Hae[illegible]

Die
Lebenswunder.

Gemeinverständliche Studien
über
Biologische Philosophie.

Ergänzungsband zu dem Buche über die Welträthsel.

Von
Ernst Haeckel,
Professor an der Universität Jena.

Erstes Tausend.

Stuttgart.
Alfred Kröner Verlag.
1904.

Inhalt:

I. Methodologischer Theil:

Lebens-Erkenntniß.

II. Morphologischer Theil:

Lebens-Gestaltung.

III. Physiologischer Theil:

Lebens-Thätigkeit.

IV. Genealogischer Theil:

Lebens-Geschichte.

Verzeichniß der synoptischen Tabellen.

Vorwort.

Die Veranlassung zur Herausgabe des vorliegenden Werkes über „Die Lebenswunder" gab der Erfolg meines vor fünf Jahren veröffentlichten Buches über „Die Welträthsel". Von diesen „Studien über monistische Philosophie", die im Herbst des Jahres 1899 erschienen, wurden innerhalb weniger Monate zehntausend Exemplare verkauft. Als sodann der inzwischen verstorbene Verleger derselben, Emil Strauß in Bonn, auf vielseitig ausgesprochenen Wunsch eine billige Volksausgabe veranstaltete, wurden von dieser innerhalb eines Jahres über hunderttausend Exemplare abgesetzt. Dieser ungewöhnliche und für mich selbst ganz unerwartete Erfolg eines philosophischen Werkes, das nicht zur leichten Unterhaltungs-Lectüre gehört, und das auch nicht durch besondere Vorzüge der Darstellung sich auszeichnet, beweist jedenfalls das lebhafte Interesse weiter Bildungskreise an dem darin behandelten Gegenstande, der Bildung einer vernunftgemäßen, auf Erkenntniß der Wahrheit beruhenden Weltanschauung.

Der offenkundige Widerspruch, in den meine monistische, lediglich auf die ungeheuren Fortschritte der wirklichen Naturerkenntniß gegründete Philosophie naturgemäß zur gelehrten Tradition der altgewohnten „Offenbarung" treten mußte, fand seinen lauten Widerhall in unzähligen Besprechungen und Entgegnungen. Schon während des ersten Jahres nach dem Erscheinen der „Welträthsel" wurden über hundert verschiedene Kritiken derselben und ein Dutzend

größere Broschüren veröffentlicht, voll der widersprechendsten Urtheile und der seltsamsten Gedankengänge. Eine übersichtliche Zusammenstellung und kritische Vergleichung derselben gab im Herbst 1900 einer meiner urtheilsfähigsten Schüler, Heinrich Schmidt (Jena), in seiner Broschüre: „Der Kampf um die Welträthsel" (Bonn, Emil Strauß). In das Unübersehbare wuchs aber dieser literarische Kampf, nachdem in den letzten Jahren zwölf verschiedene Uebersetzungen der „Welträthsel" erschienen und in allen Culturländern der Alten und Neuen Welt eine stetig zunehmende geistige Erregung hervorriefen.

Eine kurze Entgegnung auf einige der schärfsten Angriffe gab ich im April 1903 in dem Nachwort zur Volksausgabe der „Welträthsel". Auf diesen Streit jetzt noch näher einzugehen und mehrere größere, inzwischen erschienene Gegenschriften zu bekämpfen, würde nutzlos sein. Denn es handelt sich hier um jene tiefen und unversöhnlichen Gegensätze zwischen Wissen und Glauben, zwischen wahrer Naturerkenntniß und angeblicher „Offenbarung", die seit Jahrtausenden den denkenden und forschenden Menschengeist in Bewegung erhalten. Ich gründe meine ganze monistische Weltanschauung einzig und allein auf die Ueberzeugungen, die ich im Laufe eines halben Jahrhunderts durch eifriges und unermüdliches Studium der Natur und ihres gesetzmäßigen Geschehens mir erworben habe. Meine dualistischen Gegner messen diesen Erfahrungen nur eine beschränkte Geltung zu und wollen sie den Phantasie-Gebilden unterordnen, die sie im Glauben an eine übernatürliche Geisterwelt sich zurecht gelegt haben. Zwischen diesen offenkundigen Gegensätzen ist bei ehrlicher und unbefangener Betrachtung eine Vermittelung nicht möglich: Entweder Naturerkenntniß und Erfahrung — Oder Glaubensdichtung und Offenbarung!

Aus diesen Gründen verzichte ich auf ein weiteres Eingehen in die zahlreichen Gegenschriften der „Welträthsel"; noch weniger kann es meine Absicht sein, die persönlichen Angriffe zu widerlegen, die viele Gegner in diesem Kampfe zu benutzen für passend erachtet

haben. Im Verlaufe desselben habe ich alle die unerfreulichen Mittel kennen gelernt, mit denen fanatische Glaubenshelden einen verhaßten Freidenker mundtodt zu machen suchen: Entstellungen und Trugschlüsse, Verdrehungen und Sophismen, Verketzerungen und Verleumdungen. Die „kritischen" Philosophen der modernen „Kant-Schule" wetteifern darin mit den orthodoxen Theologen des „Neuesten Curses". Was ich in dieser Beziehung über den Theologen Loofs in Halle, den Philologen Dennert in Godesberg und den Metaphysiker Paulsen in Berlin bereits im „Nachworte" zu den „Welträthseln" gesagt habe, gilt auch für zahlreiche andere Gegner desselben Schlages. Mögen diese glaubenseifrigen Fanatiker immerhin fortfahren, meine Person zu schmähen und zu verleumden; der guten Sache der Wahrheit, für die ich kämpfe, wird dadurch kein Schaden zugefügt.

Viel interessanter als die meisten jener Gegenschriften waren für mich die zahlreichen Briefe, die ich im Laufe der letzten fünf Jahre, besonders aber seit dem Erscheinen der Volksausgabe, von nachdenklichen Lesern der „Welträthsel" erhielt; ihre Zahl hat gegenwärtig Fünftausend beträchtlich überstiegen. Anfänglich habe ich noch die meisten Briefe gewissenhaft beantwortet; später mußte ich mich damit begnügen, als Antwort ein gedrucktes Formular zu verschicken, mit der wahrheitsgemäßen Angabe, daß meine Zeit und Kraft mir eine eingehende Beantwortung nicht mehr erlaubten. Wenn auch diese seltsame „Welträthsel-Correspondenz" höchst zeitraubend und lästig wurde, so war sie mir doch anderseits sehr erfreulich, indem sie die regste Theilnahme weiter Bildungskreise an den großen Aufgaben unserer monistischen Naturphilosophie bekundete; zugleich war sie sehr interessant und lehrreich durch die tiefen Einblicke, die sie mir in das strebsame Geistesleben der verschiedensten Bildungskreise gewährte. Sehr merkwürdig war mir die Thatsache, daß in vielen von diesen fünftausend Briefen dieselben Betrachtungen und Anfragen, zum Theil mit denselben Worten und Wendungen, immer wiederkehrten. Die meisten Anfragen betrafen

biologische Fragen, die ich sowohl in den „Welträthseln“, wie in der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ nur flüchtig berührt oder ungenügend erörtert hatte. Der natürliche Wunsch, diese Lücken meiner früheren Schriften zu ergänzen und auf jene wißbegierigen Anfragen eine gemeinsame Antwort zu geben, wurde für mich die nächste Veranlassung zur Abfassung des vorliegenden Buches über die „Lebenswunder“.

Einen weiteren Grund für diesen Entschluß gab der Umstand, daß inzwischen ein anderer Naturforscher, der Botaniker Johannes Reinke in Kiel, zwei Bücher veröffentlicht hatte, in denen er die großen allgemeinen Probleme der heutigen Naturphilosophie, insbesondere der Biologie, von rein dualistischem und teleologischem Standpunkte erörterte: „Die Welt als That“ (1899) und „Einleitung in die theoretische Biologie“ (1902). Da beide Bücher gut geschrieben sind und das dualistische und teleologische Princip mit lobenswerther Consequenz (— soweit dies möglich! —) vertheidigen, erschien mir eine eingehende Begründung meines entgegengesetzten monistischen und causalen Standpunktes sehr wünschenswerth.

Das vorliegende Buch über die „Lebenswunder“ bildet demnach, wie der Titel besagt, einen „Ergänzungsband zu dem Buche über die Welträthsel“; während das letztere den Versuch unternommen hatte, die allgemeinen Grundfragen der gesammten Naturerkenntniß — als kosmologische Probleme — im Lichte der monistischen Philosophie einheitlich zu beleuchten, beschränkt sich dagegen dieser Supplementband auf das Gebiet der organischen Naturwissenschaft, der „Lebenskunde“. Die allgemeinen biologischen Probleme sind hier im Zusammenhange einheitlich dargestellt, unter strengem Festhalten an den monistischen und mechanischen Principien, die ich 1866 in meiner „Generellen Morphologie“ ausführlich begründet hatte. Dabei ist besonderes Gewicht gelegt auf die allgemeine Geltung des „Substanz-Gesetzes“ und die principielle „Einheit der Natur“, die ich schon im 12. und 14. Kapitel der „Welträthsel“ mit Nachdruck vertreten hatte.

Die Anordnung und Darstellung des umfangreichen Stoffes der „Lebenswunder“ ist derjenigen der „Welträthsel“ nachgebildet. Die bewährte Eintheilung in größere und kleinere Abschnitte, mit Hervorhebung der wichtigeren Begriffe durch besondere Schrift und mit zusammenfassender Inhaltsübersicht, ist beibehalten worden. Demnach gliedert sich auch hier der umfassende biologische Inhalt in vier Theile und zwanzig Kapitel. Jedem Kapitel sind eine kurze Uebersicht des Inhalts und einige Angaben über die betreffende Literatur vorausgeschickt. Diese machen in keiner Beziehung Anspruch auf Vollständigkeit und Gleichmäßigkeit. Bei dem unermeßlichen Umfange, den die neuere Literatur auf allen Gebietstheilen der Biologie angenommen hat, mußte ich mich darauf beschränken, einerseits einige der wichtigsten und grundlegenden Werke hervorzuheben, anderseits einzelne neuere Schriften zu nennen, in denen der wißbegierige Leser leicht sich orientiren und weitere Literatur-Angaben finden kann.

Sehr wünschenswerth wäre es gewesen, manche Darstellungen des Textes durch Abbildungen zu illustriren und so anschaulicher zu gestalten; namentlich gilt dies für die Kapitel 7, 8, 11 und 16. Indessen würde der Umfang und der Preis des Buches dadurch unverhältnißmäßig erhöht worden sein. Auch besitzen wir jetzt zahlreiche illustrirte Lehrbücher, welche den Leser näher in die einzelnen Gebiete der Lebenswunder einführen können. Unter diesen sind besonders zu empfehlen: Max Verworn, Allgemeine Physiologie (1894, 4. Aufl. 1903); Richard Hertwig, Lehrbuch der Zoologie (1891, 6. Aufl. 1903); Eduard Strasburger, Lehrbuch der Botanik (1894, 6. Aufl. 1904); Arnold Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere (1888, 2. Aufl. 1901); Carl Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere, 1898. Von meinen eigenen Schriften dienen als Ergänzungen der „Lebenswunder“ insbesondere die „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ (1868, 10. Aufl. 1902) und die „Anthropogenie“ (oder Entwickelungsgeschichte des Menschen, 1874, 5. Aufl. 1903).

Zahlreiche Abbildungen, die zur Erläuterung der hier behandelten Lebensformen dienen, findet der Leser in meinem kürzlich vollendeten Werke: „Kunstformen der Natur" (10 Hefte mit 100 Tafeln, 1899 bis 1904); der Hinweis auf diese Tafeln ist in den betreffenden Kapiteln durch die Marke Kf. mit Angabe der Tafel-Nummer gegeben.

Im Vorwort zu den „Welträthseln" hatte ich 1899 gesagt, daß ich damit meine Studien auf dem Gebiete der monistischen Weltanschauung abzuschließen gedenke, und daß ich — „ganz und gar ein Kind des neunzehnten Jahrhunderts, mit dessen Ende einen Strich unter meine Lebensarbeit machen will." Wenn ich jetzt scheinbar diesem Vorsatze entgegen handle, so bitte ich zu bedenken, daß dieses Buch über die „Lebenswunder" eine nothgedrungene Ergänzung zu dem weitverbreiteten Buche über die „Welträthsel" bildet, und daß ich mich zu dessen Abfassung durch die zahlreichen Fragen und Bitten meiner theilnehmenden Leser geradezu verpflichtet fühlte. Auch ist in diesem zweiten Werke, ebenso wie in jenem ersten, durchaus die Absicht festgehalten, dem Leser ein allgemeines und umfassendes Bild meiner monistischen Philosophie zu geben, wie sie bereits am Schlusse des neunzehnten Jahrhunderts zur endgültigen Reife (— für mich persönlich! —) gelangt war. Objektive Vollständigkeit und Vollgültigkeit kann ein solches einheitliches subjectives Weltbild natürlich niemals beanspruchen. Mein Wissen ist und bleibt Stückwerk, gleich dem aller anderen Menschen. Ich kann also auch in diesem „biologischen Skizzenbuch" nur Studien von sehr ungleichem Werthe und von unvollkommener Ausführung bieten; es bleibt der ehrliche Versuch, alle die reichen Erscheinungen des organischen Lebens unter einem allgemeinen, einheitlichen Bilde zusammenzufassen, alle „Lebenswunder" vom Standpunkte meines consequenten Monismus als die Erscheinungsformen eines einzigen, großen, durchaus einheitlich wirkenden Universums zu erklären — gleichviel ob man dieses letztere „Natur oder Kosmos, Welt oder Gott" nennt.

Die zwanzig Kapitel der „Lebenswunder“ wurden in ununterbrochenem Zusammenhange während vier Monaten niedergeschrieben, die ich am Gestade des blauen Mittelmeeres in Rapallo zubrachte. Das klösterliche Stillleben in diesem kleinen Küstenstädtchen der herrlichen Riviera levante gewährte mir Muße und Sammlung, alle die Anschauungen über das organische Leben nochmals im Zusammenhange durchzudenken, die ich mir seit dem Beginne meiner akademischen Studien (1852) und meiner Lehrthätigkeit in Jena (1861) in vielfachen Erfahrungen des Lernens und Lehrens angeeignet hatte. Dabei erquickte mich der beständige Anblick des blauen Mittelmeeres, dessen vielgestaltige Bewohner seit fünfzig Jahren einen so reichen Stoff für meine biologischen Studien geliefert hatten; und die einsamen Wanderungen in die wilden Schluchten der ligurischen Apenninen, die erhebenden Fernblicke von seinen waldumkränzten Felsaltären erhielten mir das Gefühl für die große Einheit der Mutter Natur lebendig, ein Gefühl, das in dem anziehenden Einzelstudium des Laboratoriums nur zu leicht in den Hintergrund tritt. Auf der anderen Seite gestatteten mir diese Umstände nicht die umfassende Berücksichtigung der unübersehbaren Literatur, welche die ausgedehnten Forschungen auf allen Gebieten der modernen Biologie zu Tage gefördert haben. Das Buch über die „Lebenswunder“ soll aber auch kein systematisches „Lehrbuch der allgemeinen Biologie“ sein. Bei der nochmaligen Revision des Textes, die ich im Laufe des Sommers in Jena vornahm, mußte ich mich auf unvollständige Ergänzungen und Verbesserungen beschränken. Dabei erfreute ich mich der kritischen Beihülfe meines trefflichen Schülers Dr. Heinrich Schmidt (Jena), dem ich auch für die sorgfältige Durchsicht der Correctur zu lebhaftem Danke verpflichtet bin.

Als ich am 16. Februar des Jahres in Rapallo mein siebenzigstes Lebensjahr beschloß, wurde ich durch eine unübersehbare Fülle von theilnehmenden Kundgebungen, Briefen und Telegrammen, Blumenspenden und anderen Gaben erfreut; die große Mehrzahl derselben

stammte von unbekannten Lesern der „Welträthsel“ aus allen Weltgegenden. Sollte Einigen von ihnen mein Dankschreiben nicht zugegangen sein, so bitte ich sie, meinen aufrichtigen Dank in diesen Zeilen entgegen zu nehmen. Besonders erfreulich aber würde es mir sein, wenn sie dieses Buch über die „Lebenswunder“ selbst als Ausdruck meines Dankes und als literarische Gegengabe betrachten wollten. Möchten meine Leser dadurch angeregt werden, immer tiefer in das herrliche Wunderwerk der Natur einzudringen und zu der Einsicht unseres größten deutschen Naturphilosophen, Goethe, gelangen:

„Was kann der Mensch im Leben mehr gewinnen,
Als daß sich Gott-Natur ihm offenbare?
Wie sie das Feste läßt zu Geist verrinnen,
Wie sie das Geisterzeugte fest bewahre.“

Jena, 17. Juni 1904.

Ernst Haeckel.

Erstes Kapitel.

Wahrheit.

Erkenntniß-Theorie. Erfahren und Denken. Seelen-Organ, Phronema.

„Irrtum verläßt uns nie, —
Doch zieht ein höher Bedürfniß
Immer den strebenden Geist
Leise zur Wahrheit hinan."

Goethe.

„Alle Erkenntniß von Dingen aus bloßem reinen Verstande oder aus reiner Vernunft ist nichts als lauter Schein; und nur in der Erfahrung ist Wahrheit."

Immanuel Kant (1783).

Inhalt des ersten Kapitels.

Wahrheit und Welträthsel. Erfahren und Denken. Empirie und Speculation. Naturphilosophie. Wissenschaft. Empirische Wissenschaft. Beschreibende Wissenschaft. Beobachtung und Experiment. Geschichte und Tradition. Philosophische Wissenschaft. Erkenntniß-Theorie. Erkenntniß und Gehirn. Aestheten und Phroneten. Sitz der Seele oder Denkorgan: Phronema. Anatomie, Physiologie, Ontogenie und Phylogenie des Phronema. Psychologische Metamorphosen. Entwickelung des Bewußtseins. Monistische und dualistische Erkenntniß-Theorie. Gegensatz der beiden Wege zur Erkenntniß der Wahrheit.

Literatur.

Baco von Verulam, 1620. Novum Organon. London.

Baruch Spinoza, 1677. Ethica ordine geometrico demonstrata, Amsterdam.

Jean Lamarck, 1809. Philosophie Zoologique. Paris. Deutsch von Arnold Lang, 1879. Jena.

Immanuel Kant, 1781. Die Kritik der reinen Vernunft. Königsberg.

Herbert Spencer, 1860. System der synthetischen Philosophie. Deutsch von B. Vetter. 1875. Stuttgart.

Albert Lange, 1865. Geschichte des Materialismus. 7. Aufl., 1902. Leipzig.

Ernst Haeckel, 1866. Generelle Morphologie der Organismen. Erstes Buch: Kritische und methodologische Einleitung. Berlin.

Friedrich Überweg, 1870. Grundriß der Geschichte der Philosophie. 9. Aufl., bearbeitet von Max Heinze, 1903. Berlin.

Eduard Hartmann, 1889. Das Grundproblem der Erkenntnißtheorie. Leipzig.

Richard Avenarius, 1891. Der menschliche Weltbegriff. Kritik der reinen Erfahrung. Leipzig.

Wilhelm Ostwald, 1901. Vorlesungen über Naturphilosophie. Leipzig.

Fritz Schultze, 1890. Stammbaum der Philosophie. Tabellarisch-Schematischer Grundriß der Geschichte der Philosophie von den Griechen bis zur Gegenwart. 2. Aufl., 1899. Leipzig.

Paul Rée, 1903. Erkenntnißtheorie. (Philosophie.) Berlin.

Heinrich Schmidt, 1900. Der Kampf um die Welträthsel. Bonn.

Ernst Haeckel, 1899. Die Welträthsel. Gemeinverständliche Studien über Monistische Philosophie. Bonn. (Volksausgabe, 120. Tausend. 1904. Stuttgart.)

Was ist Wahrheit? Diese gewaltige Frage hat den denkenden Theil der Menschheit seit Jahrtausenden beschäftigt, Tausende von Versuchen zu ihrer Beantwortung, Tausende von Erkenntnissen und von Irrthümern hervorgerufen. Jede „Geschichte der Philosophie“ giebt eine kürzere oder längere Uebersicht über diese mannigfaltigen Versuche des forschenden Menschengeistes, über die Welt und über sich selbst klar zu werden. Ja, die „Weltweisheit“ selbst, die Philosophie im eigentlichsten Sinne, ist nichts Anderes als der zusammenhängende Versuch, die allgemeinen Ergebnisse des menschlichen Forschens und Beobachtens, Nachdenkens und Erkennens zusammenzufassen, sie in einem Brennpunkte zu vereinigen. Die voraussetzungslose und furchtlose Philosophie will durch muthige Enthüllung des „verschleierten Bildes von Sais“ zur vollen Anschauung der Wahrheit gelangen. Die wahre Philosophie darf sich in diesem Sinne mit Stolz und mit Recht die „Königin unter den Wissenschaften“ nennen.

Wahrheit und Welträthsel. Indem die Philosophie als „Wahrheitsforschung“ im höchsten Sinne die unzähligen einzelnen Erkenntnisse zusammenfaßt und sie zu einem einheitlichen großen Gesammtbilde der „Welt“ zu vereinigen strebt, gelangt sie schließlich zur Stellung einiger weniger Grundfragen oder „Probleme“, deren Beantwortung je nach dem Bildungsgrad und Standpunkt des Wahrheitssuchers sehr verschieden ausfällt. Diese letzten und höchsten Aufgaben der Wissenschaft wurden neuerdings als „Welträthsel“ bezeichnet, und ich hatte absichtlich

meinem Buche, das sich mit deren Lösung beschäftigt, 1899 diesen Titel gegeben, um von vornherein sein Ziel klar hinzustellen. Im ersten Kapitel dieses Buches hatte ich die sogenannten „Sieben Welträthsel" einer unbefangenen Kritik unterworfen, und im zwölften Kapitel zu beweisen versucht, daß sie alle auf ein einziges großes Grundräthsel zurückzuführen sind, auf das „Substanz-Problem". Seine strenge und allgemein gültige Formulirung ergab sich aus der Verschmelzung der beiden großen „kosmologischen Grundgesetze", des chemischen Grundgesetzes von der „Erhaltung der Materie" (Lavoisier, 1789) und des physikalischen Grundgesetzes von der „Erhaltung der Kraft" (Robert Mayer, 1842). Diese monistische Verknüpfung beider Fundamental-Gesetze und die darauf gestützte Klarstellung des einheitlichen „Substanz-Gesetzes" hat inzwischen vielfach Zustimmung, anderseits aber auch manchen Widerspruch gefunden. Die lebhaftesten Angriffe richteten sich jedoch bald gegen meine monistische Erkenntniß-Theorie, gegen die Methoden, die ich zur Lösung der Welträthsel eingeschlagen hatte. Als die beiden einzigen sicheren Wege hatte ich „Erfahrung und Denken — oder Empirie und Speculation" — bezeichnet und dabei besonders betont, daß diese beiden gleichberechtigten Erkenntniß-Methoden sich gegenseitig ergänzen, daß sie allein durch die Vernunft uns zur Wahrheit führen. Dagegen hatte ich zwei andere, vielbetretene Wege, die angeblich direct zur tieferen Erkenntniß leiten, nämlich „Gemüth und Offenbarung", als irreführend zurückgewiesen; beide widerstreiten der „reinen Vernunft", indem sie den Glauben an Wunder verlangen.

Naturphilosophie. „Alle Naturwissenschaft ist Philosophie, und alle wahre Philosophie ist Naturwissenschaft. Alle wahre Wissenschaft aber ist Naturphilosophie." Mit diesen Worten hatte ich 1866 (im 29. Kapitel der „Generellen Morphologie", Bd. II, S. 447) das allgemeinste Ergebniß meiner monistischen Studien zusammengefaßt. Ich hatte daselbst dem „System des Monismus" den Grundsatz untergelegt, daß „die Einheit der Natur und die Einheit der Wissenschaft"

mit Sicherheit aus der Zusammenfassung der modernen philosophischen Naturforschung sich ergeben, und hatte diese Ueberzeugung in folgenden Sätzen ausgedrückt: „Alle menschliche Wissenschaft ist Erkenntniß, welche auf Erfahrung beruht, ist empirische Philosophie, oder, wenn man lieber will, philosophische Empirie. Die denkende Erfahrung oder das erfahrungsmäßige Denken sind die einzigen Wege und Methoden zur Erkenntniß der Wahrheit." Ausführlich hatte ich diese monistische Ueberzeugung zu begründen versucht im ersten Buche der „Generellen Morphologie", welches auf 108 Seiten eine kritische und methodologische Einleitung in diese Wissenschaft gab und namentlich im vierten Kapitel ihre Methodik kritisch erörterte. Dort sind sowohl diejenigen-Methoden untersucht, „welche sich gegenseitig notwendig ergänzen müssen" (I. Empirie und Philosophie, II. Analyse und Synthese, III. Induction und Deduction) — als auch diejenigen, „welche sich gegenseitig nothwendig ausschließen müssen" (IV. Dogmatik und Kritik, V. Teleologie und Causalität, oder Vitalismus und Mechanismus, VI. Dualismus und Monismus). Die consequenten monistischen Grundsätze, die ich dort vor 38 Jahren entwickelt habe, sind seitdem durch meine weiteren Untersuchungen nur gefestigt worden; ich muß die Leser, die sich dafür interessiren, auf jenes Buch verweisen. Die „Welträthsel" sind in der Hauptsache ein Versuch, die wichtigsten Lehrsätze des dort begründeten Monismus in knapper und übersichtlicher Form einem größeren Leserkreise vorzuführen. Aber gerade der Widerspruch, den die allgemeinen philosophischen Betrachtungen der „Welträthsel" in weiten Kreisen erregt haben, nötigt mich, hier einige der wichtigsten Fragen der Erkenntniß-Theorie nochmals zu erörtern.

Wissenschaft. Jede wahre „Wissenschaft", die ihren Namen verdient, beruht auf gesammelten Erfahrungen und setzt sich zusammen aus Schlüssen, die durch vernunftgemäße Verknüpfung dieser Erfahrungen gewonnen werden. „Nur in der Erfahrung ist Wahrheit," sagt Kant. Die Außenwelt ist das Object, welches auf die menschlichen Sinnesorgane einwirkt; in den inneren Sinnesherden der Großhirnrinde wird diese Einwirkung subjectiv in Vorstellungen umgesetzt. Die Denkherde oder Associonsgebiete der Großhirnrinde (— gleichviel, wie man sie von den Sinnesherden abgrenzen will —) sind die eigentlichen „Geistesorgane", welche jene Vorstellungen zu Schlüssen verknüpfen; die beiden Wege dieser Schlußfolgerungen, Induction

und Deduction, ferner die Bildung von Kettenschlüssen und Begriffen, das Denken und das Bewußtsein, bilden zusammen die Gehirnthätigkeit der Vernunft. Diese uralten und grundlegenden Wahrheiten, deren Anerkennung ich seit 38 Jahren als unentbehrliche Vorbedingung zur „Lösung der Welträthsel" empfohlen habe, sind immer noch weit davon entfernt, diese Anerkennung erlangt zu haben. Vielmehr werden sie noch immer von den Extremen beider Richtungen der Wissenschaft bekämpft. Auf der einen Seite will die empirische Naturbeschreibung Alles auf Erfahrung allein zurückführen, ohne der Philosophie zu bedürfen. Auf der anderen Seite glaubt die philosophische Speculation, der Erfahrung entbehren und die Welt aus reinem Denken construiren zu können.

Empirische Wissenschaft. Ausgehend von der richtigen Erkenntniß, daß ursprünglich alle Wissenschaft in der sinnlichen Erfahrung ihren Urquell habe, behaupten die Vertreter der „Erfahrungs-Wissenschaft", daß mit der exacten Beobachtung der „Thatsachen" und mit deren Sammlung und Beschreibung ihre Aufgabe erschöpft sei, und daß die philosophische Speculation nichts weiter sei als ein leeres Spiel mit Begriffen. Der einseitige Sensualismus, wie ihn namentlich Condillac und Hume vertraten, behauptete demnach, daß unsere ganze Seelenthätigkeit lediglich auf dem Spiel von sinnlichen Empfindungen beruhe. Diese einseitige empirische Auffassung gewann innerhalb des 19. Jahrhunderts und besonders in dessen zweiter Hälfte die weiteste Verbreitung in der mächtig aufblühenden Naturwissenschaft; sie wurde begünstigt durch den beschränkten Specialismus, der sich mit deren nothgedrungener Arbeitstheilung entwickelte. Die große Mehrzahl der Naturforscher ist noch heute der Ueberzeugung, daß mit der exacten Beobachtung der Thatsachen und mit deren genauer Beschreibung ihre Aufgabe erschöpft sei; Alles, was darüber hinaus gehe, besonders aber weit reichende philosophische Schlüsse aus den combinirten Beobachtungen, seien unsicher und unzulässig. Den schärfsten Ausdruck gab dieser einseitigen empirischen Richtung vor zehn Jahren Rudolf Virchow; in seiner Rede über die Gründung der Berliner Universität erörterte er den „Uebergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter"; die einzige Aufgabe der Wissenschaft sei „das thatsächliche Wissen, die objective Erforschung der einzelnen Naturerscheinungen". Dabei übersah der gealterte Politiker Virchow, daß er vierzig Jahre früher (in Würzburg) ganz

entgegengesetzte Anschauungen vertreten hatte, und daß sein eigenes größtes Verdienst, die Schöpfung der „Cellular-Pathologie", eine philosophische That war, die Bildung einer neuen umfassenden „Theorie der Krankheit", die durch Combination unzähliger Beobachtungen und darauf gegründeter Schlüsse gewonnen war.

Beschreibende Wissenschaft. Keine Wissenschaft, welcher Art sie auch sei, besteht aus der bloßen Beschreibung beobachteter Thatsachen. Wir müssen es daher als eine bedauerliche Contradictio in adjecto ansehen, wenn selbst heute noch in officiellen Actenstücken die Biologie als „beschreibende Naturwissenschaft" bezeichnet und der Physik als „erklärender" gegenübergestellt wird. Als ob nicht in der ersteren gerade so wie in der letzteren zunächst die beobachteten Erscheinungen zu beschreiben, dann aber durch Vernunftschlüsse auf ihre Ursachen zurückzuführen, d. h. zu erklären seien! Noch bedauerlicher aber ist es, daß neuerdings einer unserer scharfsinnigsten Naturforscher, Gustav Kirchhoff, geradezu die Beschreibung als die letzte und höchste Aufgabe der Wissenschaft hingestellt hat. In seinen „Vorlesungen über mathematische Physik und Mechanik", 1877, S. 1, sagt dieser berühmte Entdecker der Spectral-Analyse: „Die Aufgabe der Wissenschaft ist, die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen zu beschreiben, und zwar vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben." Diese Weisung hat nur dann einen Sinn, wenn man dem Begriffe „Beschreibung" eine ganz andere Bedeutung unterlegt, als üblich ist, d. h. wenn die „vollständige Beschreibung" zugleich die Erklärung enthält. Denn alle wahre Wissenschaft geht seit Jahrtausenden nicht auf einfache Kenntniß durch Beschreibung der einzelnen Thatsachen, sondern auf deren Erklärung durch die bewirkenden Ursachen. Freilich bleibt deren Erkenntniß immer mehr oder weniger unvollkommen oder selbst hypothetisch; aber dasselbe gilt auch von der Beschreibung der Thatsachen. Jener Ausspruch von Kirchhoff steht in Widerspruch zu seiner eigenen größten That, der Begründung der Spectral-Analyse; denn deren außerordentliche Bedeutung beruht nicht auf der Entdeckung der wunderbaren Thatsachen der Spectral-Optik und auf der „vollständigen Beschreibung" der einzelnen Spectra, sondern auf deren geistreicher Verknüpfung und Deutung; die weitreichenden philosophischen Schlüsse, die er daraus gezogen hat, haben der Chemie und Astrophysik ganz neue Bahnen der Forschung eröffnet. Kirchhoff befand sich also mit diesem gefährlichen Lehrsatze in einer ebenso bedauerlichen

Selbsttäuschung wie **Virchow**. Diese Aussprüche der beiden berühmten Naturforscher haben aber das größte Unheil angerichtet; denn sie erweitern auf's Neue die bestehende tiefe Kluft zwischen Naturwissenschaft und Philosophie. Es mag nützlich sein, wenn Tausende von gedankenlosen Handlangern der beschreibenden Naturwissenschaft jeden Versuch einer Erklärung vermeiden; aber die eigentlichen Baumeister der Wissenschaft können sich nicht mit dem Sammeln ihrer todten Bausteine begnügen, sondern müssen durch deren denkende Zusammenfügung zur Erkenntniß der Ursachen vordringen.

Beobachtung und Versuch. Die genaue und kritische Beobachtung der wirklichen Thatsachen und ihre sichere Begründung durch das Experiment gelten mit Recht als ein großer Vorzug der modernen Wissenschaft gegenüber allen älteren Bestrebungen zur Erkenntniß der Wahrheit. Die ausgezeichneten Denker des klassischen Altertums standen in Bezug auf Entwickelung der Urtheile und Schlüsse, überhaupt die feinere Denkthätigkeit, viel höher als die meisten neueren Naturforscher und Philosophen; aber sie waren oberflächliche oder ungeübte Beobachter und kannten kaum das Experiment. Im Mittelalter gingen beide Richtungen der wissenschaftlichen Arbeit gleichmäßig zurück, da das übermächtige Christenthum nur seinen „Glauben" und die Anerkennung seiner übernatürlichen „Offenbarung" forderte, hingegen die Beobachtung der Natur geringschätzte. Die hohe Bedeutung der letzteren, als sichere Grundlage des wahren Wissens, wurde erst von **Baco von Verulam** erkannt, dessen „**Novum Organon**" (1620) die Grundsätze der naturwissenschaftlichen Erkenntniß feststellte, im Gegensatze zu der traditionellen Scholastik des **Aristoteles** und seines „**Organon**". **Baco** wurde der Begründer der modernen empirischen Forschungsmethode nicht allein dadurch, daß er aller Philosophie die exacte und genaue **Beobachtung** der wirklichen Erscheinungen zu Grunde legte, sondern auch deren Ergänzung durch das **Experiment** forderte; dieser Versuch ist aber nichts Anderes als eine Frage an die Natur, die diese selbst beantworten soll, eine Beobachtung unter bestimmten, künstlich gestellten Bedingungen.

Beobachtung. Die genauere Methode der „exacten Beobachtung", die kaum 300 Jahre alt ist, wurde außerordentlich gefördert durch die Erfindung der Instrumente, die das menschliche Auge zum Eindringen in die weitesten Entfernungen der Himmelsräume und in die verborgensten Tiefen der kleinsten Raumverhältnisse befähigten:

Teleskop und Mikroskop. Die hohe Vervollkommnung dieser Instrumente im 19. Jahrhundert und ihre Unterstützung durch andere moderne Erfindungen haben in diesem „Jahrhundert der Naturwissenschaft" größere Triumphe der Beobachtung ergeben, als man früher ahnen konnte. Aber gerade diese raffinirte Ausbildung der Observations-Technik hat auch ihre großen Schattenseiten gehabt und vielfach auf Irrwege geführt. Das Streben nach möglichster Genauigkeit und Objectivität der Beobachtung läßt vielfach den wichtigen Anteil übersehen, den die subjective Geistesthätigkeit des Beobachters an ihrem Ergebniß hat; das Urteilen und Denken seines Gehirns wird gering geschätzt gegenüber der Schärfe und Klarheit seines Auges. Vielfach ist das Mittel der Erkenntniß zum Zweck geworden. Bei der Wiedergabe des Beobachteten wird häufig die objective Photographie, die alle Theile des Bildes gleichmäßig wiedergiebt, höher geschätzt als die subjective Zeichnung, die nur das Wesentliche hervorhebt und das Unwesentliche fortläßt; und doch ist in vielen Fällen (z. B. bei histologischen Beobachtungen) die letztere viel wichtiger und richtiger als die erste. Die größten Fehler entstehen aber dadurch, daß viele sogenannte „exacte Beobachter" vom Nachdenken und Urteilen über die gesehenen Erscheinungen überhaupt absehen und die Selbstkritik vernachlässigen; daher kommt es, daß so häufig mehrere Beobachter derselben Erscheinung sich direct widersprechen und doch jeder die „Exactheit" seiner Beobachtungen rühmt.

Experiment. In gleicher Weise, wie die einfache Beobachtung, ist auch das Experiment neuerdings in bewunderungswürdiger Weise vervollkommnet worden; namentlich haben die sogenannten Experimental-Wissenschaften, in denen es vorzugsweise angewendet wird: experimentelle Physik, Chemie, Physiologie, Pathologie u. s. w., damit die größten Erfolge erzielt. Aber auch beim Versuche — bei der Beobachtung unter bestimmt gestellten Bedingungen! — kommt es vor allen darauf an, daß er mit richtigem klaren Urteil unternommen und durchgeführt wird, wie bei der einfachen Beobachtung. Die Natur kann die ihr gestellte Frage nur dann richtig und unzweideutig beantworten, wenn sie klar und deutlich gestellt wird. Nur zu häufig ist das nicht der Fall, und der Experimentator erschöpft sich in sinnlosen Versuchen, mit der thörichten Hoffnung, daß doch „irgend etwas dabei heraus kommen wird". Besonders reich an solchen nutzlosen und verkehrten Versuchen ist das moderne Gebiet der experimentellen Entwickelungsgeschichte und

Entwickelungs-Mechanik. Ebenso thöricht ist das Verfahren jener Biologen, die das physiologisch werthvolle Experiment auch auf das morphologische Gebiet übertragen wollen, wo es nur selten von Nutzen sein kann. In dem modernen Kampfe um die Descendenz-Theorie ist nicht selten der Versuch unternommen worden, die Entstehung neuer Arten experimentell zu beweisen oder zu widerlegen. Dabei wurde ganz vergessen, daß der Begriff der Art oder Species nur relativ ist und daß kein Naturforscher eine befriedigende absolute Definition dieses Begriffes geben kann*). Nicht minder verkehrt ist es, das Experiment auf historische Probleme anwenden zu wollen, wo alle Vorbedingungen für sein Gelingen fehlen.

Geschichte und Tradition. Die Sicherheit der Erkenntniß, die wir empirisch durch Beobachtung und Experiment gewinnen, ist direct nur möglich in der Gegenwart. Dagegen sind wir bei der Erforschung der Vergangenheit auf andere Methoden der Erkenntniß angewiesen, die minder zuverlässig und zugänglich sind, auf Geschichte und Tradition. Dieses Gebiet der Wissenschaft ist schon seit Jahrtausenden viel betreten und erforscht, soweit es sich um die Geschichte des Menschen und seiner Cultur handelt, um die Geschichte der Völker und Staaten, ihrer Sitten und Gesetze, Sprachen und Wandelungen. Wie bekannt, liefern hier die mündliche und schriftliche Tradition von Generation zu Generation, die hinterlassenen Bildwerke und Urkunden, Altertümer und Denkmäler, Waffen und Geräthe, ein reiches empirisches Material, welches bei umsichtiger und kritischer Verwerthung eine Fülle von Aufschlüssen giebt. Trotzdem bleiben hier stets unzählige Pforten des Irrthums offen, da die Urkunden meist unvollständig sind, und da ihre subjective Deutung oft ebenso zweifelhaft ist wie ihr objectiver Wahrheitsgehalt.

Die eigentliche Naturgeschichte, die Erforschung der Entstehung und Vergangenheit des Weltalls, der Erde und ihrer organischen Bevölkerung, ist viel jünger als diejenige des Menschen. Für das Universum hat erst Immanuel Kant in seiner bewunderungswürdigen „Naturgeschichte des Himmels“ (1755) die Grundlagen für eine mechanische Kosmogenie geliefert, die dann durch Laplace ihren mathematischen Ausbau erlangten (1796, vergl. „Welträthsel“ 13. Kap.). Auch die Geologie, als Entwickelungsgeschichte der Erde, wurde

*) Vergl. Natürl. Schöpfungsgeschichte. 10. Aufl. S. 38, 265, 772.

schon zu Ende des 18. Jahrhunderts begonnen, erfuhr aber erst durch Hoff und Lyell (1830) ihre zusammenhängende Begründung. Noch später (1866) wurden die ersten Grundlagen für die Stammesgeschichte der Organismen gewonnen, nachdem Darwin (1859) der von Lamarck 50 Jahre früher aufgestellten Descendenz-Theorie durch seine Selections-Theorie das sichere Fundament gegeben hatte.

Philosophische Wissenschaft. In schroffem Gegensatze zu dieser rein empirischen Richtung, der noch heute die Mehrzahl der Naturforscher huldigt, steht die rein speculative Tendenz, die in den Kreisen unserer Schul-Philosophie die herrschende ist. Das hohe Ansehen, das sich die kritische Philosophie von Immanuel Kant im Laufe des 19. Jahrhunderts erworben hat, wird neuerdings mit steigender Betonung in den Vordergrund aller philosophischen Bestrebungen gestellt. Kant behauptete bekanntlich, daß bloß ein Theil unserer Erkenntnisse empirisch sei und a posteriori, d. h. durch Erfahrung, gewonnen werde, daß hingegen ein anderer Theil der Erkenntnisse (z. B. die mathematischen Lehrsätze) a priori, d. h. durch das Schlußvermögen der „Reinen Vernunft", unabhängig von aller Erfahrung entstehe. Dieser Irrthum führte dann weiter zu der Behauptung, daß die Anfangsgründe der Naturwissenschaft metaphysisch seien und daß der Mensch mittelst der angeborenen „Anschauungsformen: Raum und Zeit" zwar einen Theil der Erscheinungen zu erkennen, das dahinter steckende „Ding an sich" aber nicht zu begreifen vermöge. Die rein speculative Metaphysik, die sich weiterhin auf dem von Kant gegründeten Apriorismus entwickelte und die in Hegel ihren extremsten Vertreter fand, kam endlich zu der Verwerfung der Empirie überhaupt und behauptete, daß eigentlich alle Erkenntniß durch reine Vernunft, unabhängig von aller Erfahrung, erworben werde.

Der große Irrthum von Kant, der so folgenschwer für die ganze folgende Philosophie wurde, beruht hauptsächlich darauf, daß seiner kritischen „Erkenntniß-Theorie" die physiologischen und phylogenetischen Grundlagen fehlten, die erst 60 Jahre nach seinem Tode durch Darwin's Reform der Entwickelungslehre und durch die Entdeckungen der Gehirn-Physiologie gewonnen wurden. Er betrachtete die Seele des Menschen mit ihren angeborenen Eigenschaften der Vernunft als ein fertig gegebenes Wesen und fragte gar nicht nach ihrer historischen Herkunft; er vertheidigte demgemäß deren Unsterblichkeit als ein prak-

tisches Postulat, das sich dem Nachweise entzieht; er dachte nicht daran, daß diese Seele sich phylogenetisch aus der Seele der nächstverwandten Säugethiere entwickelt haben könne. Die wunderbare Fähigkeit zu Erkenntnissen a priori ist aber ursprünglich entstanden durch Vererbung von Gehirn-Structuren, die bei den Vertrebaten-Ahnen des Menschen langsam und stufenweise durch Anpassung an synthetische Verknüpfung von Erfahrungen, von Erkenntnissen a posteriori erworben wurden. Auch die absolut sicheren Erkenntnisse der Mathematik und Physik, die Kant für synthetische Urtheile a priori erklärt, sind ursprünglich durch die phyletische Entwickelung der Urtheilskraft entstanden und auf stetig wiederholte Erfahrungen und darauf gegründete Schlüsse a posteriori zurückzuführen. Die „Nothwendigkeit", die Kant als besondere Eigenthümlichkeit diesen apriorischen Urtheilen zuschrieb, würde auch allen anderen Urtheilen zukommen, wenn uns die Erscheinungen und ihre Bedingungen vollständig bekannt wären.

Biologische Erkenntniß-Theorie. Unter den Vorwürfen, welche die „Fach-Metaphysiker", insbesondere die deutschen Schul-Philosophen, gegen meine „Welträthsel" erhoben haben, steht oben an die schwere Beschuldigung, daß ich von Erkenntniß-Theorie nichts verstehe oder „keine Ahnung" habe. Dieser Vorwurf ist insofern berechtigt, als ich die dualistische Erkenntniß-Theorie dieser herrschenden, auf Kant sich berufenden Metaphysik nicht verstehe; ich vermag nicht zu begreifen, wie deren introspective psychologische Methoden (— mit Verachtung aller physiologischen, histologischen und phylogenetischen Grundlagen! —) das Bedürfniß der „reinen Vernunft" befriedigen sollen? Meine monistische Erkenntniß-Theorie ist freilich davon ganz verschieden; denn sie stützt sich durchgehends auf die großartigen Fortschritte der modernen Physiologie, Histologie und Phylogenie; auf die bewunderungswürdigen Ergebnisse dieser empirischen Wissenschaften in den letzten 40 Jahren, die von der herrschenden Metaphysik meist völlig ignorirt werden. Auf Grund dieser biologischen Erfahrungen bin ich zu den Ueberzeugungen über die Natur der menschlichen Seelenthätigkeit gelangt, die ich im zweiten Theile der „Welträthsel" (Kapitel 6 bis 11) dargelegt habe. Folgende Sätze sind dafür grundlegend:

Erkenntniß und Gehirn. 1. Die Seele oder Psyche des Menschen ist — objectiv verglichen — im Wesen gleich derjenigen aller anderen Wirbelthiere; sie ist die physiologische Arbeit oder Function seines Gehirns. 2. Wie die Functionen aller anderen Organe, werden auch diejenigen des Gehirns durch die Zellen bewirkt, die das Organ zusammensetzen. 3. Diese Gehirn-Zellen, die wir auch als Seelen-Zellen, Ganglien-Zellen oder Neuronen bezeichnen, sind echte kernhaltige Zellen von sehr verwickelter feinerer Structur. 4. Die Anordnung und Gruppirung dieser Seelen-Zellen, deren Zahl im Gehirn des Menschen und der übrigen Säugethiere viele Millionen beträgt, ist streng gesetzmäßig und innerhalb dieser höchst entwickelten Wirbelthier-Classe durch viele Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet, die sich durch die gemeinsame Abstammung aller Mammalien von einem Ursäugethier (einem Promammale der Trias-Zeit) erklären. 5. Diejenigen Gruppen von Seelen-Zellen, die als die Factoren der höheren Geistesthätigkeiten zu betrachten sind, nehmen ihren Ursprung aus dem Vorderhirn, der ersten und vordersten von den fünf embryonalen Hirnblasen; sie sind auf denjenigen oberflächlich gelegenen Theil des Vorderhirns beschränkt, den die Anatomie als grauen Hirnmantel oder „Großhirnrinde" bezeichnet. 6. Innerhalb der Großhirnrinde sind viele einzelne Seelenthätigkeiten localisirt, d. h. an einen bestimmten Bezirk gebunden; wird dieser letztere zerstört, werden die Neuronen desselben getödtet, so verschwinden auch die ersteren. 7. Die betreffenden Bezirke sind in der Großhirnrinde so vertheilt, daß ein Theil derselben direct mit den Sinnesorganen in Verbindung steht und die von diesen erhaltenen Eindrücke aufnimmt und verarbeitet: die „inneren Sinnesherde" (Sensoria). 8. Zwischen diesen sensorischen Centralorganen liegen die intellectuellen, die eigentlichen Denkorgane, die Werkzeuge des Vorstellens und Denkens, des Urteilens und Bewußtseins, des Verstandes und der Vernunft; man bezeichnet dieselben als Denkherde oder Associons-Centren, weil die verschiedenen, von den Sinnesherden aufgenommenen Vor-

stellungen von ihnen associirt, verknüpft und zu einem einheitlichen Gedanken verbunden werden *).

Aestheten und Phroneten. Die anatomische Unterscheidung der beiderlei Gebiete in der Großhirnrinde, die wir als innere Sinnesherde (sensorische Centren) und Denkherde (Associons-Centren) gegenüberstellen, ist nach meiner Ueberzeugung von höchster Wichtigkeit. Physiologische Erwägungen hatten zwar diese Unterscheidung schon lange wahrscheinlich gemacht; aber der sichere anatomische Beweis dafür ist erst seit zehn Jahren gelungen. 1894 zeigte zuerst Flechsig, daß in der grauen Rinde des Großhirns vier centrale Sinnesherde („innere Empfindungs-Sphären" oder Aestheten) liegen und zwischen diesen vier Denkherde („Associons-Centren" oder Phroneten); das psychologisch wichtigste von letzteren ist das „Prinzipalhirn" oder das „große occipito-temporale Associons-Centrum". Die anatomische Abgrenzung der beiden „Seelengebiete", die Flechsig hier zuerst versucht hatte, ist später von ihm selbst modificirt und von Anderen wesentlich verändert worden. Die ausgezeichneten Arbeiten von Edinger, Weigert, Hitzig u. A. führen zu theilweise abweichenden Ergebnissen. Aber für die allgemeine Auffassung der psychischen Thätigkeit und besonders der Erkenntniß-Funktionen, die uns hier interessirt, ist ihre specielle Grenzbestimmung zunächst gleichgültig. Die Hauptsache bleibt, daß wir jetzt überhaupt die beiden wichtigsten Organe des Geisteslebens auch anatomisch unterscheiden können, daß sich die Neuronen, die beide zusammensetzen, histologisch und ontogenetisch verschieden verhalten, ja sogar chemische Differenzen (im verschiedenen Verhalten gegen gewisse Farbstoffe) erkennen lassen. Wir dürfen daraus den Schluß ziehen, daß auch die Neuronen oder Seelenzellen, die beiderlei Organe zusammensetzen, in ihrer feineren Structur verschieden sind; die complicirten Fibrillen-Bahnen, die im Cytoplasma beider verlaufen, werden ver-

*) Nähere Angaben über die Beziehungen der Denkherde zu den Sinnesherden enthält das 10. Kapitel der „Welträthsel" (Bewußtsein).

schieden sein, wenn auch unsere groben Untersuchungs-Methoden bisher unvermögend waren, diese Unterschiede darzuthun. Um die beiderlei Neuronen auch begrifflich zu unterscheiden, schlage ich vor, die Gefühlzellen der Sinnesherde als Aesthetal-Zellen, die Denkzellen der Denkherde als Phronetal-Zellen zu bezeichnen. Die ersteren bilden anatomisch und physiologisch die vermittelnde Uebergangsbahn von den äußeren Sinnesorganen zu den inneren Denkorganen.

Sensorium und Phronema. Der anatomischen Abgrenzung der inneren Sinnesherde und Denkorgane in der Großhirnrinde entspricht auch ihre physiologische Differenzirung. Das Sensorium oder Sinnescentrum besorgt die Verarbeitung der äußeren Sinnes-Eindrücke, die durch die peripheren Sinnesorgane und die specifische Energie ihrer Sinnesnerven gewonnen wurden; die Aestheten, die als centrale Sinneswerkzeuge das Sensorium zusammensetzen, und ihre histologischen Elementar-Organe, die Aesthetal-Zellen, besorgen hier die Vorarbeit für das eigentliche Denken und Urtheilen. Diese Arbeit der „reinen Vernunft" führt das Phronema der Denkcentren aus, indem die Phroneten, die verschiedenen, dasselbe zusammensetzenden Denkorgane, und ihre histologischen Agenten, die Phronetal-Zellen, die Associon oder Verknüpfung jener Vorarbeiten besorgen. Durch diese wichtige Unterscheidung wird der Irrthum des älteren Sensualismus (von Hume, Condillac u. s. w.) berichtigt, daß die Erkenntniß allein auf Sinnesthätigkeit beruhe. Richtig ist, daß die Sinne die ursprüngliche Urquelle aller Erkenntniß bilden; aber zu den durch die Sinnesorgane, ihre Nerven und Centralherde gewonnenen Kenntnissen der Außenwelt muß erst deren Verknüpfung durch die Associons-Centren und die Spiegelung der so gewonnenen Bilder im Bewußtsein der Denkherde kommen, um das wirkliche Erkennen und Denken, die specifische Arbeit der Vernunft, zu stande zu bringen. Dazu kommt noch der wichtige, gewöhnlich übersehene Umstand, daß in den Phronetal-Zellen des denkenden Kulturmenschen schon ein werthvoller

Vorrath von erblicher (phylogenetisch gehäufter) potentieller Nerven-Energie vorhanden ist, der ursprünglich (ontogenetisch) durch die actuelle Sinnesthätigkeit der Aesthetal-Zellen im Laufe vieler Generationen erworben wurde.

Antagonismus von Aestheten und Phroneten. Eine unbefangene und kritische Vergleichung der Gehirnthätigkeit bei den verschiedenen Vertretern der Wissenschaft ergiebt, daß im Allgemeinen ein gewisser Gegensatz oder eine antagonistische Correlation zwischen beiden Gebieten der höchsten Geistesthätigkeit existirt. Die empirischen Vertreter der Naturwissenschaft, die Förderer der physikalischen Studien, haben eine überwiegende Entwickelung des Sensorium, eine größere Neigung und Befähigung zur Beobachtung einzelner Erscheinungen. Die speculativen Vertreter der sogenannten Geisteswissenschaft und Philosophie hingegen, die Liebhaber metaphysischer Studien, zeigen eine stärkere Ausbildung des Phronema, eine überwiegende Neigung und Fähigkeit zur zusammenfassenden Erkenntniß des Allgemeinen in den Erscheinungen. Daher sehen die Metaphysiker meistens mit großer Geringschätzung auf die „materialistischen" Specialforscher und Naturbeobachter herab, während diese wieder den Gedankenflug der ersteren als unwissenschaftliche Spielerei oder speculative Befleckung verabscheuen. Dieser physiologisch begründete Antagonismus ist histologisch auf die stärkere Differenzirung der Aesthetal-Zellen und Phronetal-Zellen zurückzuführen. Nur bei den genialen „Naturphilosophen" ersten Ranges, bei Copernikus, Newton, Lamarck, Darwin, Johannes Müller, sind beide Gebiete gleichmäßig hoch entwickelt und befähigen sie zu den höchsten Leistungen der Erkenntniß.

Sitz der Seele (Phronema). Wenn wir den vieldeutigen Begriff der „Seele" (Psyche oder Anima) im engeren Sinne fassen und darunter die höhere „Geistesthätigkeit" verstehen, so können wir jetzt als „Sitz der Seele" (— oder besser „Organ der Seele" —) beim Menschen und den übrigen Säugethieren den-

jenigen Theil der Großhirnrinde ansehen, der die Phroneten umfaßt und aus den Phronetal-Zellen zusammengesetzt ist; um einen kurzen und bezeichnenden Ausdruck für diesen Begriff zu haben, nennen wir ihn Phronema. Nach unserer monistischen Ueberzeugung ist also das Phronema in demselben Sinn das Organ des Denkens, wie das Auge das Organ des Sehens oder das Herz das centrale Organ des Blutkreislaufes. Mit der Vernichtung des Organs erlischt auch seine Thätigkeit. Im Gegensatze zu dieser biologischen, empirisch begründeten Auffassung betrachtet die herrschende metaphysische Psychologie das Gehirn zwar auch als den „Sitz der Seele", aber in einem ganz anderen Sinne; sie faßt streng dualistisch die menschliche Seele als ein besonderes „Wesen" auf, das nur zeitweilig das Gehirn bewohnt (— wie die Schnecke ihr Haus —); sie soll nach dessen Tode selbständig weiter leben, und zwar „ewig"! Die „unsterbliche Seele" ist nach dieser beliebten, von Plato begründeten Auffassung ein immaterielles Wesen, das selbständig empfindet, denkt und handelt, und das den materiellen Körper nur als ausführendes Werkzeug benutzt. Die beliebte Klavier-Theorie vergleicht die Seele mit einem Virtuosen, der auf dem Instrument des Körpers ein interessantes Stück (das individuelle Leben der Person) abspielt und dann dasselbe verläßt, um für sich ewig weiter zu leben. Nach Descartes, der dem mystischen Dualismus des Plato die weiteste Geltung verschaffte, sollte das eigentliche Wohnzimmer im Gehirn (— der Klavier-Salon —) die Zirbeldrüse (Epiphysis oder Glandula pinealis sein, ein dorsaler Theil des Zwischenhirns (der zweiten embryonalen Hirnblase). Diese berühmte Zirbeldrüse ist von der vergleichenden Anatomie neuerdings als das Rudiment eines unpaaren (bei einigen Reptilien noch heute thätigen) Sehorgans, des Pineal-Auges, erkannt worden. Uebrigens hat kein einziger von den unzähligen Psychologen, die nach diesem platonischen Muster den „Sitz der Seele" irgendwo im Körper suchen, eine annehmbare Hypothese über den Zusammenhang zwischen

„Leib und Seele" und über die Art ihrer Wechselwirkung aufstellen können. Nach unserer monistischen Auffassung beantworten wir diese Grundfrage sehr einfach, der Erfahrung gemäß. Bei der außerordentlichen Bedeutung derselben wird es nützlich sein, wenigstens einen flüchtigen Blick auf die neue Auffassung des Phronema in anatomischer und physiologischer, ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung zu werfen.

Anatomie des Phronema. Wenn wir das Phronema als das eigentliche „Seelenorgan" im engeren Sinne, d. h. als das centrale Werkzeug des Denkens und Erkennens, der Vernunft und des Bewußtseins, auffassen, so können wir in den Vordergrund unserer Betrachtung den Satz stellen, daß der physiologischen, allgemein angenommenen Einheit des Denkens und Bewußtseins auch eine anatomische Einheit seines Organs entspricht. Da wir diesem Phronema eine höchst verwickelte anatomische Zusammensetzung zuschreiben, ist es gestattet, dasselbe als einen psychischen Organ-Apparat zu bezeichnen, in demselben Sinne, in welchem wir das Auge als einen zweckmäßig zusammengesetzten Seh-Apparat auffassen. Allerdings stehen wir ja erst im Beginn der feineren anatomischen Analyse des Phronema und können dessen Gebiet noch nicht scharf gegen die angrenzenden sensorischen und motorischen Bezirke abgrenzen. Auch ist es den vervollkommneten Hülfsmitteln der modernen Histologie, den verbesserten Mikroskopen und Plasmafärbungs-Methoden, erst in geringem Grade gelungen, in den Wunderbau der Phronetal-Zellen und ihre verwickelte Gruppirung einzudringen. Aber so viel haben wir doch in dessen Erkenntniß gewonnen, daß wir ihn als die vollkommenste Zellen-Maschinerie und überhaupt als das höchste Entwickelungs-Produkt des organischen Lebens ansehen können. Millionen von höchst differenzirten Phronetal-Zellen stellen die einzelnen Stationen dieses Telegraphen-Systems dar und Milliarden feinster Nervenfibrillen die Leitungsdrähte, welche diese Stationen untereinander und mit den sensiblen Sinnesherden einerseits, den motorischen Centren ander-

seits verbinden. Die vergleichende Anatomie lehrt uns ferner die lange Stufenleiter der Ausbildung kennen, welche das Phronema innerhalb der höheren Wirbelthier-Klassen durchlaufen hat, von den Amphibien und Reptilien aufwärts zu den Vögeln und Säugethieren, und innerhalb dieser letzteren Klasse von den Monotremen und Marsupialien hinauf zu den Affen und Menschen. Das menschliche Gehirn erscheint uns somit heute als das größte Lebenswunder, welches das Plasma, die „lebendige Substanz", im Laufe vieler Jahrmillionen zu stande gebracht hat.

Die bewunderungswürdigen Fortschritte, welche die anatomische und histologische Gehirnforschung in den letzten Decennien gemacht hat, konnten zwar noch nicht zu einer scharfen räumlichen Abgrenzung des Phronema führen und seine Beziehungen zu den benachbarten sensorischen und motorischen Bezirken der Großhirnrinde nicht vollkommen klar stellen. Auch müssen wir annehmen, daß auf den niederen Stufen der Wirbelthier-Seele noch keine scharfe Abgrenzung besteht; auf den älteren, phylogenetisch weiter zurückliegenden Stufen waren dieselben noch nicht differenzirt. Auch jetzt noch bestehen Uebergänge zwischen den Aesthetal-Zellen und Phronetal-Zellen. Aber wir dürfen mit Sicherheit hoffen, daß die weiteren Fortschritte der vergleichenden Gehirn-Morphologie diese verwickelten Structur-Verhältnisse, unterstützt durch deren Keimesgeschichte, immer mehr aufklären werden. Jedenfalls ist die fundamentale Thatsache jetzt empirisch sichergestellt, daß das Phronema (als das wahre „Seelen-Organ") einen räumlich begrenzten Theil der Großhirnrinde bildet, und daß ohne dasselbe keine Vernunft-Thätigkeit, also auch kein „Geistesleben", kein „Denken", keine „Erkenntniß" zu stande kommen kann.

Physiologie des Phronema. Da wir die gesammte Psychologie nur als einen Zweig der Physiologie betrachten und sämmtliche Erscheinungen des Seelenlebens von demselben monistischen Standpunkte wie die übrigen Lebensthätigkeiten ansehen, versteht es sich von selbst, daß wir auch für die „Erkenntniß" und

die Vernunft keine Ausnahme machen. Damit stellen wir uns in principiellen Gegensatz zu der herrschenden Schul-Psychologie, welche die Psychologie nicht als „Naturwissenschaft", sondern nur als „Geisteswissenschaft" gelten läßt; wir werden im nächsten Kapitel diesen üblichen Gegensatz als völlig unberechtigt darthun. Leider wird auch von einzelnen modernen und sehr angesehenen Physiologen, die im Uebrigen ganz monistisch denken, dieser dualistische Standpunkt noch festgehalten und die „Seele" im Sinne von Descartes als ein „übernatürliches Wesen" angesehen. Bei dem scharfsinnigen Descartes (— einem Jesuiten-Zöglinge! —) konnte dieser Dualismus noch insofern gerechtfertigt werden, als er ihn nur für den Menschen behauptete, die Thiere dagegen für seelenlose Maschinen ansah. Ganz absurd erscheint derselbe aber bei den modernen Physiologen, welche aus unzähligen Beobachtungen und Experimenten wissen, daß sich das Gehirn als „Seelen-Organ" beim Menschen genau ebenso verhält, wie bei den übrigen Säugethieren, und zunächst den Primaten. Erklärbar wird dieser paradoxe Dualismus einiger Physiologen und Psychiater einerseits durch die falsche Erkenntniß-Theorie, zu der sie sich durch die große Autorität von Kant, Hegel u. s. w. haben verleiten lassen, anderseits durch die Rücksicht auf den herrschenden Athanismus und die Furcht, wegen mangelnden Glaubens an Unsterblichkeit als „böse Materialisten" verschrieen zu werden. Da wir diese Furcht nicht theilen, untersuchen und beurtheilen wir die physiologische Arbeit der Phroneten ebenso unbefangen wie die der Sinnesorgane und Muskeln; wir finden, daß die ersteren ebenso wie die letzteren dem allmächtigen Substanz-Gesetze unterworfen sind. Als eigentliche Factoren der Erkenntniß, wie aller anderen Seelenthätigkeiten, müssen wir dann die chemischen Vorgänge in den Ganglienzellen der Großhirnrinde betrachten. Die Chemie des Neuroplasma bedingt die Lebensthätigkeiten des Phronema. Dasselbe gilt auch für die vollkommenste und räthselhafteste Function desselben, für das Bewußt-

sein. Obgleich dieses große „Lebenswunder" uns unmittelbar nur durch die introspective Methode zugänglich wird, durch die „Spiegelung der Erkenntniß in der Erkenntniß", führt uns doch die vergleichende Methode der Psychologie zu der sicheren Ueberzeugung, daß das hochgesteigerte „Selbstbewußtsein des Menschen" sich nur quantitativ, nicht qualitativ von demjenigen der Affen, Hunde, Pferde und anderer höheren Säugethiere unterscheidet.

Pathologie des Phronema. Die stärkste Unterstützung erhält unsere monistische Auffassung vom Wesen und „Sitze der Seele" durch die Psychiatrie, die „Wissenschaft von den Geisteskrankheiten". Ein alter Satz der wissenschaftlichen Medicin lautet: „Pathologia physiologiam illustrat", die Lehre von den Krankheiten erläutert die Kenntniß der gesunden Lebensthätigkeit. Dieser Satz gilt von den Erkrankungen der Seele in ganz besonderem Maße; denn sie sind alle auf Veränderungen von Gehirntheilen zurückzuführen, welche im normalen Zustande bestimmte Functionen vollziehen. Die Localisation der Erkrankung auf einen bestimmten Bezirk des Phronema vermindert oder vernichtet die normale Geistesthätigkeit, die durch diesen Bezirk vermittelt wurde. So zerstört die Erkrankung des Sprachcentrums, das im Insellappen und dessen Nachbartheil liegt, die Sprache; die Zerstörung der Sehregion (im Hinterhauptslappen) vernichtet das Sehvermögen; diejenige des Schläfenlappens das Gehör. Die Natur selbst führt hier seine Experimente aus, die der Physiologe bei seinen künstlichen Versuchen nur theilweise oder gar nicht anzustellen im stande ist. Wenn es bisher auch nur bei einem Theile der Geistesthätigkeiten gelungen ist, auf diesem Wege ihre funktionelle Abhängigkeit von dem betreffenden Organe des Großhirns nachzuweisen, so zweifelt doch heute kein unbefangener Arzt mehr daran, daß dasselbe auch für alle anderen Theile gilt. Jede besondere Geistesarbeit ist bedingt durch die normale Beschaffenheit des betreffenden Gehirntheils, eines Bezirks des Phronema. Schlagende Beweise dafür liefern die zahlreichen Kretinen und Mikrocephalen, jene arm=

seligen Menschen, bei denen das Großhirn mehr oder weniger verkümmert ist, und die daher auf einer niederen thierischen Entwickelungsstufe der Seelenthätigkeit zeitlebens stehen bleiben. Diese verkümmerten Menschen würden bemitleidenswerth sein, wenn sie klares Bewußtsein ihres elenden Zustandes hätten; indessen ist das nicht der Fall. Sie gleichen Wirbelthieren, deren Großhirn man experimentell theilweise oder ganz entfernt hat; diese können lange Zeit am Leben bleiben, künstlich ernährt werden und automatische oder reflective, zum Theil zweckmäßige Bewegungen ausführen, ohne daß eine Spur von Bewußtsein, Vernunft oder sonstiger höherer „Geistesthätigkeit" dabei bemerkbar wird.

Ontogenie des Phronema. Die Entwickelungsgeschichte der Seele beim Kinde ist zwar seit Jahrtausenden den Menschen im Allgemeinen bekannt und Gegenstand lebhaften Interesses bei allen aufmerksamen Eltern, Lehrern und Pädagogen gewesen. Aber eine strengere wissenschaftliche Untersuchung dieser merkwürdigen und wichtigen Erscheinung ist eigentlich erst vor zwanzig Jahren begonnen worden. 1884 veröffentlichte Kußmaul seine „Untersuchungen über das Seelenleben des neugeborenen Menschen" und 1882 W. Preyer sein Buch über „die Seele des Kindes; Beobachtungen über die geistige Entwicklung des Menschen in den ersten Lebensjahren" (4. Aufl. 1895). Aus den sorgfältigen Tagebüchern, welche diese und andere neuere Beobachter geführt haben, ergiebt sich, daß das neugeborene Kind nicht nur kein Bewußtsein und keine Vernunft besitzt, sondern auch taub ist und die Thätigkeit der Sinne und der Denkherde erst allmählich entwickelt. Erst im Verkehr mit der Außenwelt beginnt eine dieser Thätigkeiten nach der anderen sich auszubilden, ebenso das Sprechen, Lächeln u. s. w.; später erst kommen die Associonen, das Bilden von Begriffen und Worten u. s. w. Diesen physiologischen Thatsachen entsprechen die neueren anatomischen Beobachtungen; beide zusammen überzeugen uns, daß das Phronema beim Neugeborenen überhaupt noch nicht entwickelt ist; man kann also auch von einem „Sitz der Seele" hier

ebenso wenig sprechen, als von einem „menschlichen Geiste“, als Inbegriff des Denkens und Erkennens, des Begreifens und Bewußtseins. Es kann daher auch die Tötung von neugeborenen verkrüppelten Kindern, wie sie z. B. die Spartaner behufs der Selection des Tüchtigsten übten, vernünftiger Weise gar nicht unter den Begriff des „Mordes“ fallen, wie es noch in unseren modernen Gesetzbüchern geschieht. Vielmehr müssen wir dieselbe als eine zweckmäßige, sowohl für die Betheiligten wie für die Gesellschaft nützliche Maßregel billigen. Wie der ganze Verlauf der Keimesgeschichte nach unserem biogenetischen Grundgesetze eine abgekürzte Wiederholung der Stammesgeschichte ist, so gilt dies auch für die Psychogenesis, für die Entwickelung der „Seele“ und ihres Organs, des Phronema.

Phylogenie des Phronema. Für unsere Kenntniß von der Stammesgeschichte der Seele ist nächst ihrer Keimesgeschichte vor Allem die vergleichende Psychologie von höchster Bedeutung. Denn innerhalb der Wirbelthier-Reihe finden wir noch heute nebeneinander eine lange Reihe von Entwickelungsstufen, die uns von den niedersten Acranien und Cyclostomen zu den Fischen und Dipneusten, von diesen zu den Amphibien, und von diesen weiterhin zu den Amnioten führen. Unter letzteren zeigen uns wieder die verschiedenen Ordnungen der Reptilien und Vögel einerseits, der Säugethiere anderseits, wie sich allmählich Schritt für Schritt die höheren Seelenthätigkeiten aus den niederen entwickelt haben. Dieser physiologischen Scala entspricht genau die morphologische, welche uns die vergleichende Anatomie des Gehirns aufweist. Der interessanteste und wichtigste Theil derselben betrifft die höchst entwickelte Säugethier-Classe; denn innerhalb derselben begegnen wir abermals einer langen aufsteigenden Stufenleiter. Auf deren höchstem Gipfel stehen die Primaten (der Mensch, die Affen und Halbaffen), ferner die Raubthiere, ein Theil der Hufthiere und der übrigen Placentalien. Ein weiter Abstand scheint diese vernünftigsten Mammalien von den niederen Zottenthieren, den Beutel-

thieren und Monotremen zu trennen; bei diesen letzteren fehlt noch die hohe quantitative und qualitative Ausbildung des Phronema, die wir bei den ersteren antreffen; und doch sind noch alle Zwischenstufen zwischen den ersteren und letzteren nachzuweisen. Die allmähliche Ausbildung des Großhirns und seines wichtigsten Theiles des Phronema, fand innerhalb der Tertiärzeit statt, deren Länge jetzt von manchen neueren Geologen auf 12—15 (mindestens aber auf 3—5) Millionen Jahre geschätzt wird.

Da ich die wichtigsten Ergebnisse der neueren Gehirnforschung und ihre fundamentale Bedeutung für die Psychologie und Erkenntniß-Theorie bereits im 6. bis 9. Kapitel der „Wl." eingehend erörtert habe, kann ich hier darauf verweisen. Nur einen Punkt möchte ich noch kurz beleuchten, da er von meinen Gegnern neuerdings mit ganz besonderem Eifer angegriffen wird. Ich hatte mich dort mehrfach auf die Werke des ausgezeichneten englischen Zoologen John Romanes berufen, welche „die geistige Entwickelung im Thierreich und beim Menschen" objectiv vergleichend behandeln und zugleich die betreffenden Arbeiten von Darwin in sich aufgenommen haben. Nun hat Romanes später, kurz vor seinem Tode, seine consequent und klar durchgeführten monistischen Ueberzeugungen theilweise widerrufen und sich zu mystisch-religiösen Ansichten bekehrt. Als diese Conversion zuerst durch einen seiner Freunde, einen glaubenseifrigen englischen Theologen, bekannt wurde, lag es nahe, an eine Mystification des letzteren zu denken; denn bekanntlich haben die fanatischen Vertheidiger des kirchlichen Aberglaubens niemals Bedenken getragen, die Wahrheit in ihr Gegentheil zu verkehren, wenn es die Rettung ihres Dogmas gilt. Die bewußte Lüge und der absichtliche Betrug gelten als heilig und verdienstlich, wenn sie „zu Ehren Gottes" geschehen. Indessen hat sich später herausgestellt, daß es sich in diesem Falle (— ähnlich wie beim alten Baer —) wirklich um eine jener interessanten psychologischen Metamorphosen handelte, die ich im 6. Kapitel der „Wl." besprochen habe. Romanes war in den letzten

Jahren kränklich, zuletzt sehr leidend, und durch den Tod geliebter Verwandter in tiefste Trauer versetzt. In diesem Zustande tiefer Depression und Melancholie unterlag er mystischen Einflüssen, die ihm durch den Glauben an transscendente Wunder Trost und Beruhigung versprachen. Daß durch diese pathologische Schwäche und die daraus folgende Conversion seine früheren monistischen Lehren nicht erschüttert werden, braucht für unbefangene und kritische Leser nicht besonders hervorgehoben zu werden. Wie in ähnlichen Fällen, wo tiefe Gemüths-Erregungen, schmerzliche Erfahrungen und freudige Hoffnungen die klare Urtheilskraft der reinen Vernunft trüben, ist daran festzuhalten, daß letztere allein und nicht irgend welche Gemüths-Bewegung oder übernatürliche Offenbarung zur Erkenntniß der Wahrheit führen kann. Für diese unbefangene reine Vernunft-Erkenntniß ist aber die normale Beschaffenheit ihres Organs, des Phronema, die erste Vorbedingung.

Entwickelung des Bewußtseins. Unter allen Lebenswundern kann das Bewußtsein noch heute als das größte und erstaunlichste angesehen werden. Allerdings sind gegenwärtig die meisten Physiologen davon überzeugt, daß auch das Bewußtsein des Menschen, gleich allen anderen Geistesthätigkeiten, eine Function des Gehirns und auf physikalische und chemische Processe in den Zellen der Großhirnrinde zurückzuführen ist. Aber trotzdem theilen immer noch einzelne Biologen die Ansicht der herrschenden Metaphysik, daß dieses „psychologische Central-Mysterium" ein unlösbares Welträthsel bleibt und überhaupt keine Naturerscheinung ist. Dem gegenüber möchte ich auf die monistische Theorie des Bewußtseins verweisen, die ich im 10. Kapitel der „Welträthsel" gegeben habe, und dabei ganz besonders betonen, daß uns auch hier die Entwickelungsgeschichte als der „wahre Lichtträger" zum natürlichen Verständniß der Erscheinung führt. Unter allen übrigen Lebenswundern steht das Sehen in mancher Beziehung dem Bewußtsein am nächsten. Die wohlbekannte Entwickelungsgeschichte des Auges lehrt uns, wie das Sehen, d. h. die Wahrnehmung von

Bildern der Außenwelt, sich als ein neues Lebenswunder aus der einfachen Lichtempfindung niederer Thiere (— und zwar durch Ausbildung einer lichtbrechenden Linse! —) stufenweise entwickelt hat. In ähnlicher Weise hat sich die bewußte Psyche, eine innere Spiegelung der eigenen Seelen-Arbeit, als ein neues Lebenswunder aus der unbewußten Associons-Arbeit im Phronema unserer älteren Wirbelthier-Ahnen entwickelt.

Monistische Erkenntniß-Theorie. Aus der eingehenden und unbefangenen Würdigung der angeführten Biologie des Phronema ergiebt sich, daß die Erkenntniß der Wahrheit, das Ziel aller Wissenschaft, ein physiologischer Naturproceß ist und daß dieser, gleich allen anderen, ohne seine Organe gar nicht vorgestellt werden kann. Diese Organe sind uns durch die Fortschritte der Biologie im letzten halben Jahrhundert so weit bekannt geworden, daß wir im Allgemeinen eine befriedigende Vorstellung vom natürlichen Wesen ihrer Organisation und Wirksamkeit besitzen, obgleich wir im Einzelnen von einer vollständigen anatomischen und physiologischen Einsicht in ihre Theile noch sehr weit entfernt sind. Als wichtigsten Gewinn unserer bezüglichen Studien stellen wir die Ueberzeugung fest, daß alle Erkenntnisse ursprünglich a posteriori erworben wurden und aus der Erfahrung stammen, und daß ihre Urquellen die Empfindungen unserer Sinnesorgane sind. Wie diese letzteren — (als peripherische Seelenorgane) — so ist auch das Phronema als centrales Seelenorgan (der sogenannte „Sitz der Seele") dem Substanz-Gesetze unterworfen, und die Thätigkeit des Phronema ist ebenso wie die der Sinnesorgane stets auf physikalische und chemische Vorgänge in der Substanz zurückzuführen.

Dualistische Erkenntniß-Theorie. In principiellem Gegensatze zu unserer monistischen und physikalisch begründeten Erkenntniß-Lehre nimmt die herrschende dualistische Metaphysik an, daß unsere Erkenntnisse nur theilweise empirisch, a posteriori durch die Erfahrung erworben, zum anderen Theile aber ganz unabhängig davon

und a priori durch die ursprüngliche Beschaffenheit unseres „immateriellen" Geistes ermöglicht sind. Die gewaltige Autorität von Kant hat dieser mystischen und supranaturalistischen Anschauung das größte Ansehen verliehen, und noch gegenwärtig bemühen sich die herrschenden Philosophen-Schulen, ihr dauernde Geltung zu verschaffen. Der „Rückgang auf Kant" wird als das einzige Mittel zur Rettung der Philosophie gepriesen, während nach unserer Ueberzeugung dies im „Rückgang auf die Natur" liegt. In Wahrheit ist der vielgerühmte Rückgang auf Kant und seine zwiespältige Erkenntniß-Theorie zum irreführenden „Krebsgang der Philosophie" geworden. Für unsere heutigen Metaphysiker ist das Gehirn noch ebenso wie für Kant vor 120 Jahren eine unheimliche, weißgraue, breiartige Masse, deren Bedeutung als „Instrument des Geistes" höchst räthselhaft und unbekannt bleibt. Für unsere moderne Biologie hingegen ist das Gehirn der größte Wunderbau der Natur, zusammengesetzt aus unzähligen „Seelenzellen" oder Neuronen; diese besitzen einen höchst verwickelten feineren Bau, sind in tausendfach sich kreuzenden Nervenbahnen zu einem großartigen „Seelen-Apparat" verbunden und dadurch zu den höchsten Geistes-Arbeiten befähigt.

Erste Tabelle.

Gegensatz der beiden Wege zur Erkenntniß der Wahrheit.

Monistische Erkenntniß-Theorie.	Dualistische Erkenntniß-Theorie.
1. Die Erkenntniß ist ein natürlicher Vorgang, kein Wunder.	1. Die Erkenntniß ist ein übernatürlicher Vorgang, ein Wunder.
2. Die Erkenntniß ist als Natur-Proceß dem universalen Substanz-Gesetz unterworfen.	2. Die Erkenntniß ist als transscendenter Vorgang unabhängig vom Substanz-Gesetz.
3. Die Erkenntniß ist ein physiologischer Vorgang, dessen anatomisches Organ das Gehirn ist.	3. Die Erkenntniß ist kein physiologischer Vorgang, sondern ein rein geistiger Proceß.
4. Der Theil des menschlichen Gehirns, in welchem Erkenntniß ausschließlich zu stande kommt, ist ein räumlich begrenztes Gebiet in der Großhirnrinde, das Phronema.	4. Der Theil des menschlichen Gehirns, der scheinbar als Organ der Erkenntniß fungirt, ist thatsächlich nur das Instrument, das den geistigen Proceß zur Erscheinung bringt.
5. Das Erkenntniß-Organ oder Phronema besteht aus den Associons-Centren und ist durch besonderen histologischen Bau verschieden von den angrenzenden sensorischen und motorischen Centren der Großhirnrinde, mit denen es in Verbindung und Wechselbeziehung steht.	5. Das Erkenntnis-Organ oder Phronema (die Summe der Associons-Centren) hat bloß die Bedeutung eines Theiles des Geistes-Instrumentes, ebenso wie die angrenzenden und damit verbundenen sensorischen und motorischen Centren.
6. Die zahlreichen Zellen, welche das Phronema zusammensetzen, — die Phronetal-Zellen — sind die Elementar-Organelle des Erkenntniß-Processes; auf ihrer normalen physikalischen Beschaffenheit und chemischen Zusammensetzung beruht die Möglichkeit der Erkenntniß.	6. Die zahlreichen Phronetalzellen, als die mikroskopischen Elementar-Theile des Phronema, sind zwar unentbehrliche Werkzeuge des Erkenntniß-Vorgangs, aber nicht dessen reale Factoren, sondern bloß feinere Bestandtheile des Instrumentes.
7. Der physikalische Erkenntniß-Vorgang besteht in der Verknüpfung oder Associon von Vorstellungen, deren Urquelle die von den Sinnesherden zugeführten sinnlichen Eindrücke sind.	7. Der metaphysische Erkenntniß-Vorgang besteht in der Verbindung oder Association von Vorstellungen, die nur theilweise auf Sinnes-Eindrücke, theilweise auf übersinnliche, transscendente Vorgänge zurückzuführen sind.
8. Die Erkenntnisse sind also ursprünglich alle durch die Erfahrung, mittelst der Sinnesorgane erworben; teilweise direct (die unmittelbare Erfahrung, Beobachtung und Experiment der Gegenwart) — teilweise indirect (die historischen, mittelbar überlieferten Erfahrungen der Vergangenheit). Alle Erkenntnisse (auch die mathematischen) sind ursprünglich empirischen Ursprungs, a posteriori.	8. Die Erkenntnisse zerfallen also in zwei Classen, die empirischen Erkenntnisse a posteriori, durch Erfahrung gewonnen, und die transscendenten Erkenntnisse a priori, unabhängig von aller Erfahrung. Zu den letzteren gehört vor Allem die Mathematik, deren Lehrsätze sich durch absolute Sicherheit von den empirischen Wahrheiten unterscheiden. Den Vorrang behaupten die Erkenntnisse a priori.

Zweites Kapitel.

Leben.

Organismen und Unorgane. Zellen und Krystalle. Lebenskraft und Energie. Vitalismus und Mechanismus.

> „Niemals kann sich für die Physiologie ein anderes Erklärungs-Princip der Lebenserscheinungen ergeben als für die Physik und Chemie bezüglich der leblosen Natur. Die Annahme einer besonderen Lebenskraft ist in jeder Form nicht nur durchaus überflüssig, sondern auch unzulässig.
>
> **Max Verworn** (1894).

> „Schon heute darf man sagen, daß die Betrachtung der Zelle, als einer mit chemischen und physikalischen Mitteln arbeitenden Maschine, nirgends zu Problemen führt, welche die Annahme anderer als bekannter Kräfte unvermeidlich erscheinen ließen, und daß, soweit abzusehen, hier für jene Resignation, die sich einmal in einem „Ignorabimus“, das andere Mal in vitalistischen Schlußfolgerungen äußert, kein Anlaß vorliegt.“
>
> **Franz Hofmeister** (1901).

Inhalt des zweiten Kapitels.

Begriff des Lebens. Vergleich mit der Flamme. Organismus und Organisation. Maschinen-Theorie des Lebens. Organismen ohne Organe: Moneren. Organisation und Leben der Chromaceen. Stufen der Organisation. Zusammengesetzte Organismen. Symbolische Organismen. Organische Verbindungen. Organismen und Anorgane, verglichen in Bezug auf Stoff, Form und Function. Krystalloide und colloidale Substanzen. Leben der Krystalle. Vermehrung der Krystalle. Wachsthumsschwelle. Stoffwechsel. Katalyse. Fermentation. Biogene. Lebenskraft. Alter und neuer Vitalismus. Palavitalismus. Antivitalismus. Neovitalismus.

Literatur.

Johannes Müller, 1833. Handbuch der Physiologie des Menschen. 2 Bde. 4. Aufl., 1844. Coblenz.

Rudolf Virchow, 1849. Die Einheitsbestrebungen in der wissenschaftlichen Medicin. Gesammelte Abhandlungen, 1856. Frankfurt.

Carl Ludwig, 1852. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Heidelberg.

Ernst Haeckel, 1866. Organismen und Anorgane. Fünftes Kapitel der Generellen Morphologie. Bd. I, S. 109—166. Berlin.

Max Verworn, 1894. Allgemeine Physiologie. Ein Grundriß der Lehre vom Leben. 4. Aufl., 1903. Jena.

G. Bunge, 1889. Lehrbuch der physiologischen Chemie und pathologischen Chemie. 2. Aufl., Leipzig.

Mario Pilo, 1885. La vita dei Cristalli. Prime linea per una futura biologia minerale. Torino.

Johannes Reinke, 1899. Die Welt als That. Berlin.

Derselbe, 1901. Einleitung in die theoretische Biologie. Berlin.

Oscar Hertwig, 1900. Die Entwickelung der Biologie im neunzehnten Jahrhundert. Jena.

Louis Bourdeau, 1901. Le Problème de la Vie. Essay de Sociologie générale. Paris.

Otto Bütschli, 1901. Mechanismus und Vitalismus. Leipzig.

Franz Hofmeister, 1901. Die chemische Organisation der Zelle. Braunschweig.

Wilhelm Ostwald, 1902. Naturphilosophie. Leipzig.

Robert Tigerstedt, 1902. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2 Bände. Leipzig.

Richard Neumeister, 1903. Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen. Jena.

Leopold Besser, 1903. Unser Leben im Lichte der Wissenschaft. Bonn.

Max Kassowitz, 1899—1904. Allgemeine Biologie. 3 Bände. Wien.

Begriff des Lebens. Indem wir uns in diesem Buche die kritische Betrachtung der „Lebenswunder“ und die Erkenntniß der Wahrheit von denselben zur Aufgabe stellen, müssen wir zunächst den Begriff des „Lebens“ und sodann den des „Wunders“ scharf ins Auge fassen. Seit Jahrtausenden kennt der Mensch den Unterschied zwischen Leben und Tod, zwischen lebendigen und leblosen Naturkörpern; die ersteren werden als „Lebewesen oder Organismen“ bezeichnet, die letzteren als anorganische Körper oder kurz „Anorgane“. Die Wissenschaft, die sich mit der Erkenntniß der Organismen beschäftigt, nennen wir Biologie (im weitesten Sinne!); die Wissenschaft, welche sich mit den leblosen oder anorganischen Körpern beschäftigt, kann man im Gegensatze dazu Abiologie, Abiotik oder Anorgik nennen. Der auffallendste Unterschied zwischen beiden großen Reichen besteht darin, daß die Organismen eigenthümliche, periodisch sich wiederholende, scheinbar spontane Bewegungen zeigen, die den Anorganen (Mineralien) zu fehlen scheinen. Das Leben selbst wird daher als ein eigenthümlicher Bewegungs-Vorgang aufgefaßt; neuere Erkenntniß hat gezeigt, daß dieser stets an eine besondere chemische Substanz, das Plasma, gebunden ist und im Wesentlichen auf einem Stoffwechsel derselben beruht. Zugleich hat uns aber die moderne Natur-Erkenntniß überzeugt, daß die früher angenommene scharfe Trennung von Organismen und Anorganen nicht aufrecht zu erhalten ist, vielmehr beide Reiche im tiefsten Wesen untrennbar verknüpft sind.

Leben und Flamme. Unter allen Erscheinungen der anorganischen Natur, die man mit dem organischen Lebens-Proceß vergleichen kann, ist keine so äußerlich ähnlich und so innerlich verwandt, wie die Flamme. Diesen bedeutungsvollen und wichtigen Vergleich stellte schon vor 2400 Jahren einer der größten unter den geistreichen ionischen Naturphilosophen an, Heraklit von Ephesos, — derselbe große Denker, der zuerst den Grundgedanken der Entwickelungs-Theorie mit den zwei Worten aussprach: „Panta rhei" — Alles fließt! Die ganze Welt ist in ewigem Flusse begriffen. Heraklit erkannte scharfsinnig das Leben als „Feuer", d. h. als einen eigenthümlichen Verbrennungs-Proceß — und verglich danach den Organismus mit einer Fackel.

Neuerdings hat besonders Max Verworn in seiner trefflichen allgemeinen Physiologie auf das Zutreffende dieses Vergleiches wiederholt hingewiesen und hat ihn im Einzelnen an dem Vergleich der individuellen Lebensform mit der bekannten Schmetterlingsform einer Gasflamme erläutert. Er sagt darüber im Besonderen Folgendes: „Der Vergleich der Lebenserscheinung mit einer Flamme ist geeignet, uns das Verhältniß zwischen Formbildung und Stoffwechsel in besonders anschaulicher Weise klar zu machen. Die Schmetterlingsfigur einer Gasflamme hat eine sehr charakteristische Formdifferenzirung. An der Basis, unmittelbar über der Schlitzöffnung des Brenners, herrscht noch völlige Dunkelheit, darüber befindet sich eine blaue, nur matt leuchtende Zone, und darüber erhebt sich zu beiden Seiten schmetterlingsflügelartig ausgebreitet die helle leuchtende Fläche. Diese eigenthümliche Form der Flamme mit ihren charakteristischen Differenzirungen, die dauernd bestehen bleibt, so lange wir die Stellung des Gashahns und die Verhältnisse der Umgebung nicht verändern, rührt lediglich davon her, daß an den einzelnen Stellen der Flamme die Gruppirung der Leuchtgas- und Sauerstoffmolecüle eine ganz bestimmte ist, obwohl die Molecüle selbst in jedem Zeitdifferential wechseln. — An der Basis der Flamme sind die Leuchtgasmolecüle noch so dicht gedrängt, daß der zum Verbrennen nöthige Sauerstoff nicht dazwischen treten kann; in Folge dessen herrscht hier noch Dunkelheit. In der bläulichen Zone haben sich bereits einige Sauerstoffmolecüle mit den Leuchtgasmolecülen vereinigt; die Folge ist ein

mattes Licht. In der großen Flammenfläche dagegen liegen die Leuchtgasmolecüle mit den Sauerstoffmolecülen der Luft gerade in einem solchen Zahlenverhältniß zusammen, daß eine lebhafte Verbrennung stattfindet. Der Stoffwechsel der Flamme zwischen dem zuströmenden Gase und der umgebenden Luft ist aber so geregelt, daß an derselben Stelle immer wieder dieselben Molecüle in derselben Zahl zusammentreffen. — In Folge dessen behalten wir auch dauernd dieselbe Flammenform mit ihren Differenzirungen. Aendern wir aber den Stoffstrom ab, indem wir weniger Leuchtgas ausströmen lassen, so ändert sich auch die Form der Flamme, weil jetzt die gegenseitige Lagerung der Leuchtgas- und Sauerstoff-Molecüle geändert wird. So liefert uns die Betrachtung der Leuchtgasflammenform bis in die Einzelheiten genau dieselben Verhältnisse, wie wir sie für die Formbildung der Zelle als maßgebend gefunden haben." Das völlig Zutreffende dieses Vergleiches in streng wissenschaftlichem Sinne ist um so mehr zu betonen, als ja schon längst die „Lebens-Flamme" sowohl in der Dichtung wie im Volksmunde eine große Rolle spielt.

Organismus. In dem Sinne, in dem gewöhnlich die Wissenschaft das Wort Organismus gebraucht, und in dem wir es auch hier verwenden, ist der Begriff gleichbedeutend mit „Lebewesen" oder „lebendigem Naturkörper". Den Gegensatz dazu bildet im weitesten Sinne das Anorgan, der „leblose oder anorgische" Naturkörper. Der Inhalt des Begriffes Organismus ist also in diesem Sinne ein physiologischer und wird wesentlich durch die sichtbare Lebensthätigkeit des Körpers bestimmt, durch den Stoffwechsel, die Ernährung und Fortpflanzung.

Nun finden wir aber bei der großen Mehrzahl der Organismen, wenn wir ihren Körperbau näher untersuchen, daß derselbe aus verschiedenen Theilen zusammengesetzt ist und daß diese in zweckmäßiger Weise zusammengefügt sind, um die Lebensaufgabe zu erreichen. Diese Körpertheile nennen wir Organe und die Art ihrer scheinbar planmäßigen Zusammenfügung Organisation. Wir vergleichen in dieser Beziehung den Organismus einer Maschine, in welcher der Mensch ebenfalls verschiedene (aber leblose) Körpertheile zweckmäßig zusammengefügt hat, jedoch nach

einem bestimmten und vorbedachten, seiner Verstandesthätigkeit oder Intelligenz entsprungenen Plane.

Maschinen-Theorie des Lebens. Der beliebte Vergleich des Organismus mit einer Maschine hat zu vielen und schweren Irrthümern in der Beurtheilung des ersteren geführt und ist namentlich neuerdings zum Grundstein falscher dualistischer Principien geworden. Die „moderne Maschinen-Theorie des Lebens", die sich darauf stützt, verlangt für die Entstehung des Organismus ebenso einen „vernünftigen Bauplan" und einen zweckmäßig bauenden „Maschinen-Ingenieur", wie er thatsächlich für die Entstehung und Wirkung der Maschine im „vernünftigen Menschen" gegeben ist. Mit besonderer Vorliebe wird dabei der Organismus mit einer Taschenuhr oder mit einer Lokomotive verglichen. Für den geregelten Gang eines solchen complicirten Kunstwerks ist die genaueste Berechnung des Zusammenwirkens aller Theile erforderlich, und die geringste Verletzung eines kleinen Rädchens genügt, um den Gang der Uhr zu zerstören. Dieser Vergleich ist namentlich von Louis Agassiz (1858) ausgebeutet worden, der in jeder Thier- und Pflanzen-Art einen „verkörperten Schöpfungsgedanken Gottes" findet*). In neuester Zeit hat ihn besonders Reinke oft angewendet, um seinen theosophischen Dualismus zu stützen; er bezeichnet „Gott" oder die „Weltseele" mit Vorliebe als die „kosmische Intelligenz", schreibt aber diesem mystischen immateriellen Wesen ganz dieselben Eigenschaften zu, welche man im Schulunterricht und in schönen Predigten dem „lieben Gott" als „Schöpfer Himmels und der Erde" andichtet. Die menschliche Intelligenz, die der Uhrmacher auf das verwickelte Räderwerk der Uhr verwendet hat, vergleicht Reinke mit der „kosmischen Intelligenz", die Gott der Schöpfer in den Organismus gelegt hat, und betont dabei besonders die Unmöglichkeit, ihre zweckmäßige Organisation aus ihrer materiellen Beschaffenheit ableiten zu können.

*) Vergl. Vortrag IV der „Natürl. Schöpfungsgeschichte".

Dabei übersieht er ganz den gewaltigen Unterschied der „rohen Materie" in beiden Körpern. Die „Organe" der Taschenuhr sind Metalltheile, die bloß vermöge ihrer physikalischen Beschaffenheit (Härte, Elasticität u. s. w.) ihren Zweck erfüllen. Die „Organe" des lebendigen Organismus hingegen leisten ihre Arbeit in erster Linie vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung; ihr weicher Plasmakörper ist ein chemisches Laboratorium, dessen höchst complicirte Molecular-Structur das historische Product von unzähligen verwickelten Processen der Vererbung und Anpassung darstellt. Diese unsichtbare und hypothetische Molecular-Structur darf aber nicht — wie noch oft geschieht — mit der realen und mikroskopisch sichtbaren Plasma-Structur verwechselt werden, die für die Frage von der Organisation von höchster Wichtigkeit ist. Wenn man auch für jene bedeutungsvolle Molecular-Structur einer einfachen chemischen Substanz einen zweckmäßigen Bauplan und als ihre Ursache eine „intelligente Naturkraft" („Dominante") annehmen will, dann darf man sie in gleicher Weise auch dem Schießpulver zuschreiben, in dem die Molecüle von Holzkohle, Schwefel und Salpeter „zweckmäßig" verbunden sind, um eine Explosion zu bewirken. Bekanntlich wurde aber das Schießpulver nicht scharfsinnig vorbedacht, sondern durch einen zufälligen Versuch „erfunden". Die ganze vielbeliebte „Maschinen-Theorie des Lebens" und die weitreichenden, darauf gegründeten dualistischen Schlüsse werden hinfällig, wenn wir sie auf die einfachsten uns bekannten Organismen anwenden wollen, die Moneren; denn diese sind in Wahrheit „Organismen ohne Organe" — und ohne Organisation!

Organismen ohne Organe. In meiner Generellen Morphologie habe ich (1866) versucht, die Aufmerksamkeit der Biologen auf jene einfachsten und niedrigsten Organismen zu lenken, die weder eine sichtbare Organisation noch eine Zusammensetzung aus verschiedenen Organen erkennen lassen; ich schlug damals vor, sie unter dem Begriffe der Moneren zusammenzufassen (Bd. I, S. 135 — Bd. II, S. XXII —). Je länger ich seitdem

3*

über diese structurlosen Lebewesen — Zellen ohne Zellkern! — nachgedacht habe, desto größer ist mir ihre Bedeutung für die wichtigsten Fragen der Biologie erschienen, für das Problem der Urzeugung, das Wesen des Lebens u. s. w. In merkwürdigem Gegensatze hierzu werden diese ältesten Urwesen noch heute von den meisten Biologen ignorirt oder bei Seite geschoben; O. Hertwig widmet ihrer Erwähnung in seinem 300 Seiten starken Buche über die Zelle und die Gewebe eine einzige Seite; er bezweifelt die Existenz von „kernlosen Zellen"; Reinke, der selbst den sicheren Nachweis kernloser Zellen bei Bakterien (Beggiatoa) geliefert hat, geht auf deren allgemeine Bedeutung gar nicht ein. Bütschli, der meine monistische Auffassung des Lebens theilt und dafür selbst durch seine eingehenden Untersuchungen über Plasma-Structuren und deren künstliche Erzeugung in Oelseifen-Schäumen werthvolle Beweise geliefert hat, glaubt gleich vielen anderen Autoren, daß „die Zusammensetzung auch des einfachsten Elementar-Organismus aus Zellkern und Protoplasma" (— den Urorganen der Zelle —) unerläßlich sei. Diese und andere Autoren meinen, daß in den von mir beschriebenen Moneren der im Protoplasma eingeschlossene Kern nur übersehen worden sei. Das mag für einen Theil derselben richtig sein; allein den anderen Theil, in welchem der Zellkern sicher fehlt, übergehen sie mit Stillschweigen. Dahin gehören vor allen die merkwürdigen Chromaceen (Phycochromaceen oder Cyanophyceen), insbesondere deren einfachste Formen, die Chroococcaceen (Chroococcus, Aphanocapsa, Gloeocapsa u. s. w). Diese plasmodomen Moneren, die in Wahrheit auf der Grenze der organischen und anorgischen Welt stehen, sind keineswegs selten oder besonders schwierig zu untersuchende Organismen, sondern sie sind überall verbreitet und leicht zu beobachten; sie werden aber grundsätzlich ignorirt, weil sie nicht zu dem herrschenden Zellen-Dogma passen!

Organisation der Chromaceen. Unter allen von mir angeführten Moneren schreibe ich den Chromaceen deshalb die

höchste Bedeutung zu, weil ich sie für die phyletisch ältesten und primitivsten von allen bekannten, jetzt noch lebenden Organismen halte. Insbesondere ihre einfachsten Formen entsprechen factisch allen Anforderungen, welche eine monistische Biologie theoretisch an die „Uebergänge von den anorganischen zu den organischen Naturkörpern" stellen kann. Von den Chroococcaceen sind Chroococcus, Gloeocapsa u. s. w. über die ganze Erde weit verbreitet; sie bilden dünne, meistens blaugrün gefärbte Häute oder gallertige Ueberzüge über feuchte Felsen, Steine, Baumrinden u. s. w. Untersucht man ein kleines Stückchen einer solchen Gallerthaut sorgfältig unter starker Vergrößerung, so findet man weiter nichts als Tausende von kleinen blaugrünen Plasmakügelchen, die regellos in der gemeinsamen, structurlosen, von ihnen ausgeschiedenen Gallertmasse zerstreut sind. Bei einigen Arten ist eine dünne structurlose Membran als äußere Hülle der homogenen Plasmakugel zu erkennen; ihre Entstehung läßt sich rein physikalisch durch „Oberflächen-Energie" erklären (— wie die festere Oberflächen-Schicht des Regentropfens oder der in Wasser schwimmenden Oelkugel —). Andere Arten scheiden geschichtete homogene Gallerthüllen aus — ein rein chemischer Proceß. Bei einigen Chromaceen ist der blaugrüne Farbstoff (Phycocyan) in der Rindenschicht der Plasmakugel abgelagert, während die Markschicht farblos ist, ein sogenannter „Centralkörper". Indessen ist der letztere keineswegs ein echter, chemisch verschiedener und morphologisch gesonderter Zellkern; ein solcher fehlt vollständig. Die ganze Lebensthätigkeit dieser einfachen, bewegungslosen Plasmakugel beschränkt sich auf ihren Stoffwechsel (Plasmodomie, Kap. 10) und das damit verbundene Wachsthum; überschreitet dieses letztere eine gewisse Schwelle, so zerfällt die homogene Kugel in zwei gleiche Hälften (wie eine fallende Queck-silber-Kugel). Diese einfachste Form der Fortpflanzung teilen die Chromaceen (— und ebenso die verwandten Bacterien —) mit den Chromatellen oder Chromatophoren, den grünen Chlorophyllkörnern im Inneren gewöhnlicher Pflanzenzellen; diese sind aber nur Theile einer Zelle! Bei unbefangener Beurteilung kann man also diese kernlosen, selbständig lebenden Plasmakörner überhaupt nicht mit echten (kernhaltigen) Zellen vergleichen, sondern muß sie unter dem Begriffe der Cytoden ihnen gegenüber stellen. Von diesen anatomischen und physiologischen Thatsachen kann sich jeder unbefangene Beobachter leicht an den überall vorkommenden Chromaceen

überzeugen. Der Organismus der einfachsten Chromaceen ist wirklich nichts Anderes, als ein structurloses kugeliges Plasma-Korn; eine Zusammensetzung aus verschiedenen Organen (oder Organellen), die für einen bestimmten Lebenszweck zusammen wirken, ist nicht nachzuweisen. Eine derartige Zusammensetzung oder Organisation würde hier auch gar keine Bedeutung haben, da der einzige Lebenszweck dieser structurlosen Plasmakugeln die Selbsterhaltung ist. Diese wird in einfachster Weise für das Individuum erreicht durch den Stoffwechsel, einen rein chemischen Vorgang; für die Species durch die Selbsttheilung, die denkbar einfachste Art der Fortpflanzung.

Die modernen Histologen haben bei vielen höheren einzelligen Protisten und bei vielen Gewebezellen höherer Thiere und Pflanzen (z. B. Nervenzellen) eine sehr verwickelte, feinere Structur nachgewiesen; sie schließen daraus unberechtigter Weise, daß eine solche allgemein vorhanden sei. Nach unserer Ueberzeugung ist diese Complication im Bau des Elementar-Organismus stets als eine secundäre Erscheinung aufzufassen, als die langsam entstandene Folge von unzähligen phylogenetischen Differenzirungs-Processen, die durch „Anpassung" erworben und durch „Vererbung" auf die Nachkommen übertragen wurden. Die ältesten Ahnen aller dieser complicirten kernhaltigen Zellen waren primär einfache, kernlose Cytoden, wie sie noch heute die überall verbreiteten Moneren darstellen. (Näheres hierüber in Kapitel 9 und 15.)

Dieser Mangel einer sichtbaren histologischen Structur in dem kernlosen Plasmakörper der Moneren schließt natürlich den Bestand einer unsichtbaren molecularen Structur nicht aus; im Gegentheil dürfen wir eine solche hypothetisch sicher annehmen, wie bei allen Eiweiß-Verbindungen und insbesondere allen Plasmakörpern. Aber eine solche verwickelte chemische Structur kommt auch vielen leblosen Naturkörpern zu, und einige von diesen besitzen sogar einen „Stoffwechsel", der demjenigen der einfachsten Organismen durchaus ähnlich ist; wir werden nachher bei Besprechung der Katalyse darauf zurückkommen. Schließlich ist es also einzig und allein die besondere Form dieses Stoffwechsels, die Plasmo-

domie oder „Kohlenstoff-Assimilation", welche die einfachsten Chromaceen von anorganischen Katalysatoren unterscheidet. Daß die ersteren die Kugelform annehmen, kann nicht als Zeichen eines morphologischen Lebens-Processes angesehen werden; denn auch Quecksilbertropfen und anorganische Flüssigkeitstropfen nehmen dieselbe einfachste Grundform an, wenn die homogene Substanz unter gewissen Bedingungen sich individualisirt. Ein Oeltropfen, der in eine nicht mischbare Flüssigkeit von gleichem specifischen Gewicht fällt (z. B. eine Mischung von Wasser und Weingeist) rundet sich alsbald zur Kugelform ab. Feste Anorgane nehmen statt dessen gewöhnlich die Krystall-Form an. Es bleibt also für die einfachste bekannte Form des Organismus, für die Plasmakugeln der Moneren, als Charakter weder eine anatomische Structur, noch eine bestimmte Form, sondern einzig und allein die physiologische Function der Plasmodomie — also ein synthetischer chemischer Proceß.

Stufen der Organisation. Der Unterschied zwischen den oben beschriebenen Moneren und irgend einem höheren Organismus ist nach meiner Ansicht in jeder Beziehung größer als die Differenz zwischen den organischen Moneren und den anorgischen Krystallen. Ja, selbst der Unterschied der kernlosen Moneren (als Cytoden) und der echten kernhaltigen Zellen kann im Princip als noch größer angesehen werden. Denn selbst bei der einfachsten echten Zelle finden wir doch schon den Gegensatz von zwei verschiedenen Organellen oder „Zellorganen", von dem inneren Zellkern und dem äußeren Zellenleib; das Karyoplasma des ersteren besorgt die Function der Fortpflanzung und Vererbung; das Cytoplasma des letzteren die Thätigkeit des Stoffwechsels, der Ernährung und Anpassung. Hier liegt also schon der erste, älteste und wichtigste Vorgang der Arbeitstheilung im einfachen Elementar-Organismus vor. Bei den einzelligen Protisten entwickelt sich die Organisation um so höher, je weiter die Differenzirung der einzelnen Zellbestandtheile fortschreitet; bei den gewebebildenden Histonen um so mehr, je größer die Ergonomie der zusammensetzenden Organe

wird. Die Zweckmäßigkeit im Bauplan derselben hat Darwin rein mechanisch durch seine Selections-Theorie erklärt.

Zusammengesetzte Organismen. Für die richtige monistische Auffassung der Organisation ist von großer Bedeutung die Unterscheidung der Individualität des Organismus in seinen verschiedenen Stufen der Zusammensetzung; wir wollen diese wichtige Frage, da über sie viele Unklarheit und Widersprüche bestehen, in einem besonderen Kapitel (7.) eingehend behandeln. Hier genügt es, darauf hinzuweisen, daß die einzelligen Lebewesen (Protisten) sowohl in morphologischer als in physiologischer Beziehung einfache Organismen darstellen. Dagegen ist das bei den Histonen, den „gewebebildenden" Thieren und Pflanzen, nur in physiologischer Hinsicht der Fall; in morphologischer Beziehung sind sie zusammengesetzt aus zahlreichen Zellen, die verschiedene Gewebe bilden. Diese Histonal-Individuen werden im Pflanzenreiche als Sprosse, im Thierreiche als Personen bezeichnet. Auf einer noch höheren Stufe der Organisation entsteht der Stock (Cormus), der wieder aus vielen Sprossen oder Personen zusammengesetzt ist, so der Baum und der Korallenstock. Während bei den festsitzenden Tierstöcken die socialen Personen unmittelbar körperlich zusammenhängen und gemeinsame Ernährung haben, verbindet dagegen in den socialen Gesellschaften der höheren Thiere das ideale Band der Interessengemeinschaft die frei sich bewegenden Personen; so bei den Bienenschwärmen, Ameisenstöcken, Säugethier-Herden u. s. w. Diese „freien Gemeinden" werden auch oft als Thierstaaten bezeichnet; sie sind gleich den menschlichen Staaten „Organismen höchster Ordnung".

Symbolische Organismen. Der Begriff des Organismus sollte, um Mißverständnisse zu vermeiden, nur noch in dem Sinne gebraucht werden, wie es jetzt von den meisten Biologen geschieht, nämlich zur Bezeichnung des individuellen Lebewesens, dessen materielles Substrat das Plasma oder die „lebendige Substanz" bildet, d. h. eine stickstoffhaltige Kohlenstoff-Verbindung in festflüssigem Aggregat-Zustande. Dagegen führt es zu vielen Miß-

verständnissen, wenn man auch einzelne Functionen oder Lebensthätigkeiten als Organismen bezeichnet, wie es z. B. häufig mit der Seele und mit der Sprache geschieht. Mit gleichem Rechte könnte man das Sehen oder das Laufen einen Organismus nennen. Ebenso sollte man es vermeiden, in wissenschaftlichen Abhandlungen auch anorganische Naturkörper oder Complexe von solchen als Organismen zu bezeichnen, so z. B. das Meer oder die ganze Erde. Eine solche Bezeichnung, die auf einer rein symbolischen Vergleichung beruht, kann dagegen in der Dichtung sehr wohl angebracht sein. So kann die rhythmische Wellenbewegung des Meeres als seine Athmung, das Brausen desselben als seine Stimme poetisch verherrlicht werden. Manche Naturphilosophen (z. B. Fechner) fassen die ganze Erde mit allen organischen und anorganischen Bestandtheilen zusammen als einen riesigen Organismus auf, dessen unzählige Organe die Weltvernunft (oder Gott) zweckmäßig zu einem harmonischen Ganzen gefügt hat. In ähnlicher Weise betrachtet der Physiologe Preyer die gluthflüssigen Himmelskörper als „gigantische glühende Organismen, deren Atem vielleicht leuchtender Eisendampf, deren Blut flüssiges Metall, und deren Nahrung vielleicht Meteoriten waren". Wie gefährlich und irreführend solche poetische Verwendung des symbolischen Organismus-Begriffes ist, zeigt sich gerade an diesem Beispiel, weil Preyer darauf eine ganz unhaltbare Hypothese der Urzeugung baute (vergl. Kap. 15).

Organische Verbindungen. In weiterem Sinne wird der Begriff organisch seit langer Zeit in der Chemie gebraucht, im Gegensatze zur anorganischen. Unter organischer Chemie versteht man allgemein die Chemie der Kohlenstoffverbindungen, und zwar deshalb, weil der Kohlenstoff von allen anderen Elementen (ungefähr siebenzig an Zahl) sich durch sehr wichtige Eigenschaften unterscheidet; dahin gehört vor Allem seine Fähigkeit, sich mit anderen Elementen in unendlich mannigfaltiger und wechselvoller Weise zu verbinden, besonders im Verein mit Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel die höchst zusammengesetzten

Eiweißkörper aufzubauen u. s. w. („Welträthsel", Kapitel 14). Der Kohlenstoff ist mithin das biogene Element im höchsten Sinne, wie ich in meiner Karbogen-Theorie 1866 auseinandergesetzt habe; er kann als der „Schöpfer der organischen Welt" bezeichnet werden. Im Organismus erscheinen diese organogenen Verbindungen zunächst noch nicht organisirt, d. h. in zweckmäßiger Weise auf verschiedene Organe vertheilt; diese „Organisation" ist erst eine Folge des Lebens-Processes, nicht dessen „erste Ursache".

Organismen und Anorgane. Daß die Überzeugung von der wesentlichen Einheit der Natur, dem principiellen „Monismus des Kosmos" für unsere ganze Weltanschauung von höchster Bedeutung ist, habe ich schon im 14. Kapitel der „Wl." zu zeigen versucht, ausführlicher im 15. Vortrage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte". Eine sehr eingehende Begründung dieses „kosmischen Monismus" hatte ich bereits 1866 gegeben; im 5. Kapitel der „Generellen Morphologie" (Bd. I S. 109—166) hatte ich das „Verhältniß der Organismen zu den Anorganen" nach allen Richtungen hin kritisch untersucht, indem ich einerseits ihre Unterschiede, anderseits ihre Übereinstimmung in Bezug auf Stoffe, Formen und Kräfte vergleichend prüfte. Später hat namentlich Naegeli (1884) in seiner scharfsinnigen „Mechanisch-physiologischen Begründung der Abstammungslehre" in gleichem Sinne sich für die Einheit der Gesammtnatur ausgesprochen. In neuester Zeit hat dasselbe, vom monistischen Standpunkt seiner Energetik aus, Wilhelm Ostwald in seiner Naturphilosophie (1902) gethan, besonders in der 16. Vorlesung; ohne meine früheren Darlegungen zu kennen, hat er in ganz gleicher Weise die physikochemischen Verhältnisse der organischen und anorgischen Naturkörper unbefangen verglichen, zum Theil unter Anführung derselben Beispiele aus dem lehrreichen Gebiete der Krystallisation; er ist ganz zu denselben monistischen Resultaten gelangt wie ich vor 36 Jahren. Da die meisten Biologen dieselben fortdauernd ignoriren, und da namentlich der moderne Vitalismus diesen ihm verderblichen

Betrachtungen stillschweigend aus dem Wege geht, will ich hier nochmals kurz ihre wichtigsten Ergebnisse in Bezug auf Stoffe, Formen und Kräfte der Naturkörper zusammenfassen.

Organische und anorgische Stoffe. Die chemische Analyse beweist, daß in den Organismen durchaus keine anderen Elemente vorkommen als in den Anorganen. Die Zahl der unzerlegbaren Grundstoffe, die wir überhaupt unterscheiden können, beträgt nach den neuesten (theilweise noch nicht ganz sicheren) Untersuchungen zwischen 70 und 80; davon kommen aber in den Organismen ganz constant nur jene fünf organogenen Elemente vor, die das Plasma zusammensetzen: Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel. Dazu treten meistens (aber nicht immer) noch fünf andere Grundstoffe: Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium und Eisen. Außerdem können aber auch gelegentlich noch andere Elemente in den lebendigen Körper eintreten. Es giebt jedoch kein einziges biologisches Element, keinen Grundstoff im Organismus, der nicht auch außerdem in der anorgischen Natur sich fände. Demnach können die eigentümlichen Merkmale, die den ersteren vor der letzteren auszeichnen, nur in der eigentümlichen Art der Verbindung der Elemente begründet sein. Hier ist es nun in erster Linie der Kohlenstoff, das „organogene Hauptelement“, der vermöge seiner eigentümlichen Affinität die mannigfaltigsten und complicirtesten Verbindungen mit anderen Elementen eingeht und die wichtigsten von allen Substanzen erzeugt, die Albumine oder Eiweißkörper, an ihrer Spitze das lebendige Plasma (Kap. 6).

Krystalloide und colloidale Substanzen. Ein unerläßliche Bedingung für den Stoffwechsel, den wir „Leben“ nennen, ist der physikalische Proceß der Osmose, der mit dem wechselnden Wassergehalt der lebendigen Substanz und ihrem Diffusions-Vermögen zusammenhängt. Das Plasma, das sich in gequollenem oder festflüssigem Aggregat-Zustande befindet, kann gelöste Substanzen von außen (durch Endosmose) aufnehmen und umgekehrt (durch Exosmose) nach außen abgeben. Dieses Quellungs-

Vermögen (die „Imbibitions-Energie") des Plasma ist mit der colloidalen Beschaffenheit der Eiweißverbindungen verknüpft. Wie Graham gezeigt hat, kann man alle gelösten Substanzen bezüglich ihrer Diosmose in zwei Gruppen eintheilen: Krystalloide und Colloide. Die Krystalloide (z. B. gelöste Salze und Zucker) gehen viel leichter durch eine poröse Scheidewand in Wasser über, als die Colloide (z. B. Eiweiß, Leim, Gummi, Karamel). Deshalb kann man zwei Körper beider Gruppen, die in einer Lösung gemischt sind, leicht durch Dialyse von einander trennen. Als Dialysator braucht man ein flaches Gefäß, dessen Seitenwand aus Hartkautschuk, dessen Boden aus Pergamentpapier besteht. Läßt man dieses Gefäß in einem größeren, viel Wasser enthaltenden Gefäße schwimmen und gießt nun in das äußere eine Mischung von gelöstem Gummi und Zucker hinein, so geht nach einiger Zeit fast aller Zucker durch das Pergament-Papier in das Wasser über, während eine fast reine Gummilösung im Dialysator zurückbleibt. Derartige Diffusions-Processe oder Osmosen spielen im Leben aller Organismen die größte Rolle; sie sind aber keineswegs der lebendigen Substanz eigenthümlich, ebenso wenig als der gequollene oder weiche Aggregat-Zustand. Auch kann eine und dieselbe Substanz — sowohl organischer als anorgischer Natur — in beiden Zuständen vorkommen, als Krystall und als Colloid. Eiweiß, das gewöhnlich colloidal erscheint, bildet in vielen Pflanzenzellen (z. B. in den Aleuron-Körnern des Endosperm) hexagonale Krystalle, in vielen Tierzellen (z. B. Blutkörpern der Säugethiere) tetraëdrische Hämoglobin-Krystalle; diese Albumin-Krystalle zeichnen sich dadurch aus, daß sie durch Wasseraufnahme ansehnlich aufquellen können, ohne ihre Gestalt zu verlieren. Anderseits ist die mineralische Kieselsäure, die als Quarz in sehr zahlreichen (über 160 verschiedenen) Krystallformen auftritt, unter Umständen fähig (als „Metakieselsäure") colloidal zu werden und wie Leim gallertartige Massen zu bilden. Diese Thatsache ist um so interessanter, als auch sonst

vielfach das Silicium (oder Kieselelement) sich sehr ähnlich dem Kohlenstoff verhält, gleich diesem vierwerthig ist und ganz analoge Verbindungen bildet. Das amorphe (nicht krystallinische) Silicium (ein braunes Pulver) verhält sich zu den schwarzen metallglänzenden Kiesel-Krystallen wie der amorphe Kohlenstoff zu den Graphit-Krystallen. Auch andere Substanzen können unter verschiedenen Bedingungen bald krystalloid, bald colloidal erscheinen. So wichtig daher auch die Colloidal-Structur für das Plasma, für den Stoffwechsel des Plasma erscheinen mag, so kann sie doch nicht als unterscheidendes Merkmal der „lebendigen Substanz" gelten.

Organische und anorgische Formen. Ebenso wenig als in chemischer ist in morphologischer Beziehung ein durchgreifender Unterschied zwischen Organismen und Anorganen aufzustellen. Die wichtigen Moneren bilden auch hier die Verbindungsbrücke zwischen beiden Naturreichen. Das gilt ebenso von der inneren Structur wie von der äußeren Gestalt beider Körpergruppen, ebenso von ihrer Individualität (7. Kapitel) wie von ihrer Grundform (8. Kapitel). Die anorgischen Krystalle entsprechen morphologisch den einfachsten (kernlosen) Formen der organischen Zellen. Allerdings erscheint die große Mehrzahl der Organismen schon deshalb so auffallend verschieden von den anorgischen Naturkörpern, weil sie aus vielen verschiedenen Theilen zusammengesetzt sind, die als „Organe" zu dem einheitlichen Lebenszwecke des Ganzen zusammenwirken. Allein bei den Moneren ist thatsächlich eine solche „Organisation" noch gar nicht vorhanden. Im einfachsten Falle (Chromaceen, Bakterien) sind sie structurlose, kugelige, scheibenförmige oder stäbchenförmige Plasma-Individuen, die lediglich vermöge ihrer chemischen Constitution (— also der unsichtbaren Molecular-Structur! —) ihre besondere Lebensthätigkeit (einfaches Wachsthum und Zweitheilung) ausüben.

Der Vergleich der Zellen mit den Krystallen wurde schon 1838 von den Begründern der Zellentheorie, Schleiden und Schwann, ausgeführt; er ist von den neueren Cytologen vielfach

angegriffen worden und trifft nicht in jeder Beziehung zu; trotzdem ist er sehr wichtig, weil der Krystall die vollkommenste Form der anorgischen Individualität ist, weil er eine bestimmte innere Structur und äußere Form besitzt, und weil er diese durch gesetzmäßiges Wachsthum erlangt. Die äußere Form der Krystalle ist prismatisch und wird von geraden Flächen begrenzt, die sich unter bestimmten Winkeln schneiden. Dieselbe Form besitzen aber auch die Skelette mancher Protisten, namentlich der kieselschaligen Diatomeen und Radiolarien; ihre regelmäßigen Kieselschalen lassen ebenso eine genaue mathematische Bestimmung zu wie die anorgischen Krystalle. Mittelbildungen zwischen organischen Plasma-Producten und anorgischen Krystallen sind auch die Biokrystalle, die durch die vereinigte plastische Thätigkeit des Plasma und der Mineralsubstanz entstehen, z. B. die krystallinischen Kiesel- und Kalk-Skelette vieler Spongien, Korallen u. s. w. Durch gesetzmäßige Vereinigung vieler Krystalle entstehen ferner zusammengesetzte Krystallstöcke, die sich den Coenobien von Protisten vergleichen lassen, z. B. die baumförmigen Eisblumen und Eisbäume an den gefrorenen Fensterscheiben. Der gesetzmäßigen äußeren Form der Krystalle entspricht auch eine bestimmte innere Structur, die sich in ihrer Spaltbarkeit, dem blättrigen Bau, den polaren Axen-Verhältnissen u. s. w. kundgiebt.

Leben der Krystalle. Wenn man den Begriff des Lebens nicht auf die eigentlichen Organismen beschränkt und als Function des Plasma betrachtet, so kann man in weiterem Sinne auch von einem Leben der Krystalle sprechen. Dieses äußert sich vor Allem in ihrem Wachsthum, als derjenigen Erscheinung, die schon Baer als wichtigsten Charakter aller individuellen Entwickelung bezeichnet hat. Wenn ein Krystall in einer Mutterlauge entsteht, so geschieht dies durch Massenanziehung gleichartiger Theilchen; wenn in einer gemischten und gesättigten Lösung sich zwei verschiedene Substanzen, A und B, gelöst befinden, und man legt in diese Mischung einen Krystall von A hinein, so krystallisirt nur A heraus,

nicht B; umgekehrt, wenn man einen Krystall von B hineinlegt, bleibt A gelöst und nur B nimmt die feste Krystallform an. Man kann diese Auswahl in gewissem Sinne als Assimilation bezeichnen. Bei manchen Krystallen läßt sich sogar eine innere Wechselbeziehung der Theile erkennen; schneidet man an dem in Bildung begriffenen Krystall eine Ecke ab, so bildet sich die entgegengesetzte mangelhaft aus. Ein wichtiger Unterschied zwischen dem Wachsthum der Krystalle und der Moneren besteht allerdings darin, daß die ersteren einfach durch Apposition wachsen, durch Anlagerung von neuer, fester Substanz auf die Außenfläche; die Moneren hingegen wachsen, wie alle Zellen, durch Intussusception, durch Aufnahme neuer Substanz in das Innere. Dieser Unterschied erklärt sich aber leicht durch den verschiedenen Aggregatzustand, der beim Krystall fest, beim Plasma festflüssig oder zähflüssig ist. Auch ist der Unterschied nicht durchgreifend: es giebt Uebergänge zwischen Apposition und Intussusception. Eine Colloidal-Kugel, suspendirt in einer Salzlösung, in der sie sich nicht auflöst, kann durch Intussusception wachsen.

Empfindung und Bewegung pflegte man früher nur den Thieren zuzuschreiben, während sie jetzt allgemein bei aller lebendigen Substanz angenommen werden. Sie fehlen aber auch nicht den Krystallen; denn bei der Krystallisation selbst bewegen sich die Molecüle in ganz bestimmter Richtung und legen sich nach festen Gesetzen an einander; dabei müssen sie aber auch Empfindung besitzen, denn sonst könnte die Massenanziehung der gleichartigen Theile nicht stattfinden. Wie bei jedem chemischen Proceß, so finden auch bei der Krystallbildung Bewegungs-Vorgänge statt, die sich nicht ohne Empfindung (— natürlich unbewußter Art! —) erklären lassen. Auch in dieser Beziehung beruht das Wachsthum aller Naturkörper auf gleichen Gesetzen. (Vergl. Kapitel 13 und 15.)

Vermehrung der Krystalle. Das Wachsthum jedes Krystalles hat ebenso wie dasjenige jedes Moneres und jeder Zelle seine bestimmte Grenze. Wird diese Schwelle überschritten und dauern die

günstigen Bedingungen für anhaltendes Wachsthum fort, so tritt jenes überschüssige oder transgressive Wachsthum ein, das man bei den organischen Individuen als Fortpflanzung bezeichnet. Aber auch bei den anorgischen Krystallen tritt im gleichen Falle eine Vermehrung ein. Jeder Krystall wächst in übersättigter Mutterlauge nur bis zu einer gewissen, durch seine chemische Molecular-Constitution bestimmten Größe. Ist diese Grenze, die Wachsthumsschwelle, erreicht, so setzen sich nunmehr viele neue kleine Krystalle an den großen alten Krystall an. Ostwald, der ganz in derselben Weise die Wachsthumsvorgänge der Krystalle und Moneren eingehend vergleicht, betont namentlich die auffällige Analogie, die ein Bakterium (— ein plasmophages Moner! —) in seiner Nährflüssigkeit wachsend und sich vermehrend mit einem Krystall in seiner Mutterlauge besitzt (Naturphilosophie, S. 340 bis 345). Wenn in einer übersättigten Lösung von Glaubersalz das Wasser langsam verdunstet, wächst nicht nur ein hineingelegter Krystall langsam weiter, sondern es setzen sich auch zahlreiche jüngere Krystalle an denselben an. Die Analogie mit dem Bakterium, das in der Nährflüssigkeit sich andauernd durch Theilung vermehrt, läßt sich sogar noch weiter bis zur Bildung seiner Dauerformen, der sogenannten „Sporen", verfolgen. Diese ruhende Dauerform nimmt das Bakterium an, wenn seine Nährflüssigkeit erschöpft wird; wenn dann später neue Nahrung zutritt, beginnt wieder die Vermehrung durch Theilung. In ähnlicher Weise beginnen die Glaubersalz-Krystalle, nachdem die Lösung verdampft ist, zu verwittern; sie verlieren ihr Krystallwasser, aber nicht ihre Keimfähigkeit. Denn auch das amorphe Pulver des verwitterten Salzes ruft in einer übersättigten Lösung von Glaubersalz wiederum die Entstehung neuer wasserhaltiger Krystalle hervor. Das Pulver verliert aber diese Fähigkeit, wenn man es erhitzt, ebenso wie die Dauerformen (oder Sporen) der Bakterien ihre Keimfähigkeit.

Wachsthumsschwelle. Der eingehende Vergleich der Wachsthums-Erscheinungen von Krystallen und Moneren (— als den

einfachsten Formen kernloser „Urzellen“! —) ist deshalb so wichtig, weil er die Möglichkeit gewährt, die Lebensthätigkeit der Fortpflanzung, die man als ein ganz besonderes „Lebenswunder“ zu betrachten gewöhnt ist, auf rein physikalische Bedingungen zurückzuführen. Der Zerfall des wachsenden Individuums in mehrere junge Individuen muß nothwendig immer dann eintreten, wenn die natürliche „Wachsthumsschwelle“ überschritten wird, wenn die chemische Beschaffenheit des wachsenden Körpers und die Cohäsion seiner Molecüle keine weitere Vergrößerung durch Aufnahme neuer Substanz gestattet. Um die Grenze dieses transgressiven Wachsthums durch ein einfaches physikalisches Bild zu erläutern, erinnert Ostwald (l. c. S. 343) an eine Kugel, die in einem kleinen, flachen Becken liegt, das seinerseits hoch aufgestellt ist. In dem Becken ist die Kugel im Gleichgewicht; denn bei kleinen Verschiebungen kehrt sie immer wieder in die Anfangslage zurück. Sowie aber die Verschiebung ein gewisses Maß überschreitet, wenn nämlich die Kugel über den Rand des Beckens geführt wird, so ist kein Gleichgewicht mehr vorhanden; die Kugel kehrt nicht mehr zurück, sondern sie fällt zu Boden. Aehnlich verhält sich der Krystall, der in eine übersättigte (metastabile) Flüssigkeit gebracht wird und nun sofort in derselben den Vorgang neuer Krystallbildung auslöst; ähnlich verhält sich das Bakterium, das in der Nährflüssigkeit wächst, bei überschüssigem Wachsthum die Grenze seiner Volum-Zunahme überschreitet und in zwei Individuen zerfällt.

Stoffwechsel (Metabolie). Da weder in irgend einer morphologischen, noch in den meisten physiologischen Eigenschaften der Organismen ein durchgreifender Unterschied zwischen ihnen und den Anorganen zu finden ist, so bleibt als einziges charakteristisches Merkmal des organischen Lebens sein Stoffwechsel übrig. Dieser Vorgang ersetzt den Abgang an Plasma, den die Lebensthätigkeit selbst bedingt, durch Neubildung lebendiger Substanz; er vermittelt somit die Ernährung und das Wachsthum der Lebewesen, also auch die Fortpflanzung, die nichts Anderes als trans-

gressives Wachsthum ist. Da wir den Stoffwechsel im 10. Kapitel ausführlich besprechen werden, beschränken wir uns hier auf Betonung der Thatsache, daß auch dieser vitale Proceß sein Analogon in der anorganischen Chemie findet, und zwar in dem merkwürdigen Vorgang der Katalyse, insbesondere in derjenigen Form derselben, die man als Fermentation, Gährung oder Enzymwirkung bezeichnet.

Katalyse. Der geniale Chemiker Berzelius entdeckte schon 1810 die auffallende Thatsache, daß gewisse Körper durch ihre bloße Gegenwart, nicht durch ihre chemische Verwandtschaftskraft, andere Körper zu Zersetzungen oder Verbindungen veranlassen, ohne daß sie selbst dabei sich verändern. So verwandelt z. B. Schwefelsäure die Stärke in Zucker, ohne selbst verändert zu werden. Fein zertheiltes Platin zersetzt bei der Berührung mit Wasserstoff-Superoxyd dasselbe in Wasserstoff und Sauerstoff (was beim Doebereiner'schen Feuerzeug benutzt wird). Berzelius nannte diesen Vorgang: Katalyse; Mitscherlich, der die Ursache desselben in der eigenthümlichen Oberflächen-Wirkung vieler Körper fand: Contactwirkung (Zersetzung durch Berührung). Später hat sich herausgestellt, daß solche Katalysen sehr verbreitet sind, und daß eine besondere Form derselben, die Fermentwirkung, die größte Rolle im Leben der Organismen spielt.

Fermentation (Gährung, Enzymwirkung). Die besondere Art der Contactwirkung, die man als Gährung oder Fermentation bezeichnet, wird stets durch katalytische Körper aus der Classe der Albumine oder Eiweißkörper bewirkt, und zwar aus derjenigen Gruppe der nicht gerinnbaren Proteïn-Körper, die man als Peptone unterscheidet. Sie besitzen auch in geringster Menge das Vermögen, Zersetzungen großer Mengen von organischer Substanz (in Form von Gährung, Verwesung, Fäulniß) hervorzurufen, ohne selbst an dieser Zersetzung Theil zu nehmen. Wenn diese „Gährungserreger" oder Fermente löslich und nicht organisirt sind, bezeichnet man sie als Enzyme, im Gegensatze zu den

„organisirten Fermenten“ (Bakterien, Hefepilzen u. s. w.); indessen beruht auch die katalytische Wirkung der letzteren wohl wesentlich auf der Production von Enzymen. Neuere Untersuchungen von Verworn, Hofmeister, Ostwald u. A. haben zu der Einsicht geführt, daß solche Katalysen im Leben des Plasma allgemein die größte Rolle spielen; viele neuere Chemiker und Physiologen sind jetzt der Ansicht, daß das Plasma ein colloider Katalysator ist, und daß alle verschiedenen Lebensthätigkeiten mit dieser fundamentalen Biochemose zusammenhängen. So sagt Franz Hofmeister (1901) in seinem vortrefflichen Vortrage über die „Chemische Organisation der Zelle“ (S. 14): „Die Vorstellung, daß die Träger der chemischen Umsetzung in der Zelle Katalysatoren von colloider Beschaffenheit sind, steht in bester Uebereinstimmung mit anderweitig direkt ermittelten Thatsachen. Denn was sind die Fermente des Chemikers anders als Katalysatoren von colloider Natur? — Die Erkenntniß, daß die Fermente das wesentliche chemische Handwerkszeug der Zelle darstellen, ist nur geeignet, die Bedenken zu beseitigen, die sich für die Auffassung der chemischen Vorgänge in der Zelle aus deren Kleinheit ergeben. So groß man sich auch die colloiden Ferment-Molecüle vorstellen mag, immer noch haben Millionen und Millionen davon in der kleinsten Zelle genügenden Spielraum.“

In gleichem Sinne schreibt auch Ostwald der Katalyse die größte Bedeutung für die Lebensvorgänge zu, und sucht sie durch Berücksichtigung der Zeitdauer bei chemischen Processen energetisch zu erklären (Naturphilosophie S. 327). In seinem zu Hamburg 1901 gehaltenen Vortrage „Ueber Katalyse“ sagt er: „Wir werden in den Enzymen Katalysatoren sehen, welche im Organismus während des Lebens der Zellen entstehen, und durch deren Wirkung das Lebewesen den größten Theil seiner Aufgaben erledigt. Nicht nur Verdauung und Assimilation wird von Anfang bis zu Ende durch Enzyme geregelt, auch die fundamentale Lebensbethätigung der meisten Organismen, die Beschaffung der erforderlichen chemischen

Energie durch Verbrennung auf Kosten des Luftsauerstoffes erfolgt unter entscheidender Mitwirkung von Enzymen und wäre ohne diese unmöglich. Denn der freie Sauerstoff ist, wie bekannt, ein sehr träger Stoff bei den Temperaturen der Organismen, und ohne Beschleunigung seiner Reaktionsgeschwindigkeit wäre die Erhaltung des Lebens unmöglich." In den weiteren Ausführungen über Katalyse und Stoffwechsel zeigt Ostwald, daß beide in gleicher Weise den physiko-chemischen Gesetzen der Energie unterworfen sind.

Biogene. Eine eingehendere Bestimmung der Molecular-Processe beim katalytischen Vorgang des Stoffwechsels hat Max Verworn 1903 in seiner Biogen-Hypothese gegeben: „Eine kritisch experimentelle Studie über die Vorgänge in der lebendigen Substanz." Er vereinfacht die katalytische Enzym-Theorie dadurch, daß er alle Lebenserscheinungen aus dem katalytischen Stoffwechsel einer einzigen chemischen Verbindung, des Plasma, ableitet, und deren active Molecüle, die Biogene, als die letzten chemischen Factoren des Lebensprocesses betrachtet. Während die Enzym-Hypothese in jeder Zelle eine große Anzahl von verschiedenen Enzymen annimmt, die alle coordinirt auftreten und von denen jedes nur seine kleine Special-Arbeit verrichtet, leitet die Biogen-Hypothese alle Lebenserscheinungen aus dem Stoffwechsel einer einzigen Verbindung, des biogenen Plasma, ab, und die Biogen-Molecüle, die sich durch Polymerisation vermehren (entsprechend meinen Plastidulen), sind somit die einheitlichen Factoren der biologischen Katalyse. Auch Verworn weist auf die Analogie hin, die dieser enzymatische Proceß des Stoffwechsels in den anorgischen Processen der Katalyse findet, z. B. bei der Fabrikation der „englischen Schwefelsäure". Eine kleine und beständige Quantität von Salpetersäure verwandelt bei Zutritt von Luft und Wasser eine unbegrenzte Menge von schwefliger Säure in Schwefelsäure, ohne daß sie selbst sich verändert; das Molecül der Salpetersäure zerfällt fortwährend durch Sauerstoff-Abgabe und stellt sich selbst ebenso wieder durch Sauerstoff-Aufnahme her (Allgemeine Physiologie, 4. Aufl., 1903, S. 134).

Lebenskraft (Vis vitalis). Die mannigfaltigen und wechselvollen Lebens-Erscheinungen und ihr plötzliches Aufhören beim Tode erschienen dem denkenden Menschen von jeher so wunderbar, so verschieden von allen Vorgängen in der anorgischen Natur, daß er schon im Anfange der biologischen Philosophie eigenthümliche Kräfte dafür in Anspruch nahm. Besonders bestimmte ihn dazu die auffällige Zweckmäßigkeit der Organisation und der scheinbar planmäßige Ablauf der Lebens-Vorgänge. So nahm man schon im Alterthum eine besondere organische Urkraft an (Archaeus insitus), die das individuelle Leben beherrscht und leitet und die „rohen Kräfte" der anorganischen Materie in ihren Dienst nimmt. In gleichem Sinne schrieb man die wunderbaren Vorgänge der Entwickelung einem besonderen „Bildungstriebe" zu (Nisus formativus). Als um die Mitte des 18. Jahrhunderts die Physiologie sich selbständig zu gestalten begann, erklärte sie die Eigenthümlichkeiten des organischen Lebens durch die Annahme einer besonderen Lebenskraft (Vis vitalis). Zur allgemeinen Geltung gelangte diese Vorstellung, als im Beginne des 19. Jahrhunderts Louis Dumas sie eingehend zu begründen versuchte (vergl. 3. Kapitel der „Welträthsel").

Vitalismus. Da die alte Lehre von der Lebenskraft oder der Vitalismus in der Beurteilung der „Lebenswunder" eine hervorragende Rolle spielt und im Laufe des 19. Jahrhunderts die merkwürdigsten Wandlungen erfahren hat, neuerdings sogar wieder in unerwarteter Blüthe erscheint, ist es nothwendig, hier einen kurzen Blick auf ihre verschiedenen Formen zu werfen. Man kann diesen Begriff in monistischem Sinne beibehalten, indem man darunter nur die Summe derjenigen Energie-Formen versteht, die für den Organismus besonders charakteristisch sind, vor allen Stoffwechsel und Vererbung; man giebt dabei noch kein Urtheil über ihr Wesen ab und behauptet nicht, daß sie principiell von den Energie-Formen der anorgischen Natur verschieden seien. Man kann diese monistische Auffassung als den „physikalischen Vitalismus" bezeichnen.

Dagegen behauptet der gewöhnliche metaphysische Vitalismus in durchaus dualistischem Sinne, daß jene Lebenskraft als ein teleologisches und hypermechanisches Princip von den „gewöhnlichen" Naturkräften principiell verschieden und transscendenter Art sei. Die besondere Form, in welcher neuerdings (seit 20 Jahren) diese mystische Lehre von der „übernatürlichen" Lebenskraft auftritt, wird jetzt oft als Neovitalismus bezeichnet; man kann ihm die ältere Form derselben als Palavitalismus gegenüberstellen.

Palavitalismus. Die ältere Auffassung der Lebenskraft als einer besonderen Vis vitalis konnte im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts, ebenso wie im 18., deshalb sich allgemein erhalten, weil der damaligen Physiologie noch die wichtigsten Hülfsmittel für eine mechanische Begründung fehlten. Es gab damals noch keine Zellentheorie und keine physiologische Chemie; Ontogenie und Paläontologie lagen noch in der Wiege. Die Descendenz-Theorie von Lamarck (1809) wurde ebenso todtgeschwiegen, wie sein fundamentaler Grundsatz: „Das Leben ist nur ein verwickeltes physikalisches Phänomen". So war es begreiflich, daß sich die Physiologie bis zum Jahre 1833 bei dem hergebrachten vitalistischen Dogma beruhigte und die „Lebenswunder" einfach als räthselhafte Erscheinungen hinnahm, die jeder physikalischen Erklärung spotteten.

Anders aber gestaltete sich der Palavitalismus im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts. 1833 erschien das klassische „Handbuch der Physiologie des Menschen" von Johannes Müller, in dem dieser geniale Biologe nicht allein alle Lebenserscheinungen des Menschen und der Thiere im Zusammenhang vergleichend betrachtete, sondern auch auf allen Gebieten denselben durch eigene Beobachtungen und Versuche ihrer Erklärung eine exacte Basis zu geben versuchte. Zwar blieb Müller bis zu seinem Ende (1858) bei der allgemein geltenden Vorstellung von einer besonderen „Lebenskraft", als einheitlichem Regulator aller verschiedenen Lebensthätigkeiten; aber er betrachtet sie nicht als ein metaphysisches

Princip (wie Haller, Kant und seine Nachfolger), sondern als eine Naturkraft, die gleich allen anderen an feste physikalische und chemische Gesetze gebunden und dem Ganzen untergeordnet sei. Bei der umfassenden Erforschung jeder einzelnen Lebensthätigkeit, ebenso bei den Sinnesorganen und beim Nervensystem, wie beim Stoffwechsel und der Herzthätigkeit, bei der Stimme und Sprache, wie bei der Zeugung, bemüht sich Müller überall zunächst durch scharfe Beobachtung die Thatsachen festzustellen, durch sinnreiche Versuche die Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen zu ermitteln und durch Vergleichung der höheren und niederen Formen ihre Entwickelung zu erklären. Daher darf Johannes Müller nicht, wie es neuerdings oft geschieht, als Vitalist schlechtweg beurtheilt werden, sondern vielmehr als der erste Physiologe, der dem herrschenden metaphysischen Vitalismus eine physikalische Grundlage zu geben versuchte; er führte eigentlich den indirecten oder apagogischen Beweis für sein Gegentheil, wie E. Dubois-Reymond in seiner glänzenden Gedächtnißrede richtig bemerkte. In gleicher Weise wurde im Gebiete der Botanik dem Vitalismus der Boden durch M. Schleiden (1843) entzogen; er lehrte durch seine Zellentheorie (1838) die Lebenseinheit des vielzelligen Organismus als das Gesammtresultat der Functionen aller ihn zusammensetzenden Zellen verstehen.

Antivitalismus. Zur siegreichen Geltung gelangte die physikalische Erklärung der Lebensvorgänge und der Verzicht auf den Palavitalismus erst im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts. In erster Linie waren hier die großen Fortschritte der experimentellen Physiologie, wie sie am Thierkörper namentlich Carl Ludwig und Felix Bernard, am Pflanzenkörper Julius Sachs und Wilhelm Pfeffer ausbildeten, von Bedeutung. Indem diese und andere Physiologen die bewunderungswürdigen Ergebnisse der modernen Physik und Chemie zur experimentellen Erforschung der Lebensthätigkeiten benützten, indem sie deren verwickelten Gang mit Maß und Gewicht exact zu bestimmen und womöglich mathematisch

zu formuliren suchten, unterwarfen sie eine große Zahl von „Lebenswundern" denselben festen Gesetzen, die in der Physik und Chemie der anorganischen Welt anerkannt sind. Anderseits entstand dem Vitalismus der gewaltigste Gegner in Charles Darwin, der mittelst seiner Selections-Theorie das größte biologische Räthsel löste, die stets wiederholte Frage: Wie sind die zweckmäßigen Einrichtungen der Organisation mechanisch zu erklären? Wie ist die kunstreich zusammengesetzte Maschine der Thier- und Pflanzenkörper auf natürlichem Wege „unbewußt" entstanden, ohne daß ein planmäßig arbeitender Künstler, ein „Schöpfer" einen Plan dazu entworfen und ausgeführt hat?

Der vielseitige Ausbau der Selections-Theorie Darwins in den letzten vier Decennien, die zunehmende Befestigung, welche die Descendenz-Theorie außerdem durch die großen Fortschritte der Ontogenie und Phylogenie, der vergleichenden Anatomie und Physiologie in diesem Zeitraum erfuhr, dienten in gleichem Maße zur festen Begründung der monistischen Lebensauffassung; sie gestaltete sich immer klarer zu einem entschiedenen Antivitalismus. Es mußte daher befremdend erscheinen, daß trotzdem im Laufe der letzten 20 Jahre der alte, todtgeglaubte Vitalismus noch einmal sein Haupt erhob, wenn auch in einer neuen, theilweise modificirten Form. Indessen umfaßt dieser moderne Neovitalismus zwei principiell verschiedene Richtungen.

Neovitalismus. Die Vertheidiger der modernen Lebenskraft sondern sich in zwei verschiedene Gruppen, die wir als skeptische und dogmatische unterscheiden können. Der skeptische Neovitalismus wurde zuerst von Bunge in Basel (1887) in der Einleitung zu seinem „Lehrbuch der physiologischen Chemie" bestimmt formulirt; indem er für einen Theil der Lebenserscheinungen die vollständige Erklärung durch rein mechanische Ursachen, durch die physikalischen und chemischen Kräfte der unbelebten Natur unbedingt zugiebt, bestreitet er sie gleichzeitig für einen anderen Theil derselben, namentlich für die psychischen Thätigkeiten. Er behauptet,

daß letztere nicht mechanistisch zu erklären sind und daß sie in der anorganischen Natur kein Analogon finden; nur eine hypermechanische „Lebenskraft" könne sie bewirken, diese sei aber als solche transscendent, unserer naturwissenschaftlichen Erkenntniß unzugänglich. In gleichem Sinne äußerte sich später Rindfleisch (1888), neuerdings Richard Neumeister in seinen „Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen" (1903), und Oscar Hertwig in dem Vortrage über „Die Entwickelung der Biologie im 19. Jahrhundert", den er 1900 in Aachen hielt.

Viel weiter als dieser skeptische geht der dogmatische Neovitalismus, dessen Hauptvertreter gegenwärtig der Botaniker Johannes Reinke und der Metaphysiker Hans Driesch sind. Die vitalistischen Schriften des letzteren, denen jedes Verständniß für die historische Entwickelung abgeht, haben ein gewisses Ansehen durch die ungewöhnliche Arroganz und die wunderliche Unklarheit seiner mystischen, vielfach sich widersprechenden Speculationen gewonnen. Dagegen hat Reinke seinen transscendentalen Vitalismus in anregender Darstellung neuerdings klar in zwei Werken entwickelt, welche wegen ihres consequenten Dualismus besondere Anerkennung verdienen. In dem ersten Buche: „Die Welt als That" giebt Reinke 1899 die „Umrisse einer Weltansicht auf naturwissenschaftlicher Grundlage". Das zweite Werk (1901) führt den Titel: „Einleitung in die theoretische Biologie". Beide Bücher verhalten sich zu einander ähnlich, wie mein Buch über die „Welträthsel" (1899) und der hier vorliegende Ergänzungsband zu den letzteren. Da unsere philosophischen Ueberzeugungen in den wichtigsten Grundfragen diametral entgegengesetzt sind, und da wir Beide in deren Darlegung vollkommen consequent zu sein glauben, ist ihre Vergleichung für den großen „Kampf der Weltanschauungen" nicht ohne Interesse. Reinke ist ausgesprochener Vertreter des Dualismus, Theismus und der Teleologie; er führt alle Lebenserscheinungen auf das übernatürliche Wunder zurück.

Zweite Tabelle.

Gegensatz der monistischen und der dualistischen Theorie des organischen Lebens.

Monistische Theorie des Lebens (Biophysik).	Dualistische Theorie des Lebens (Vitalismus).
1. Die Lebensvorgänge sind sämmtlich **Plasma-Functionen**, durch die physikalische, chemische und morphologische Beschaffenheit der lebendigen Substanz bedingt.	1. Die Lebensvorgänge sind ganz oder theilweise vom Plasma unabhängig, bedingt durch eine besondere immaterielle Kraft, die **Lebenskraft** (*Vis vitalis*).
2. Die **Energie des Plasma** (als Gesammtsumme der Kräfte, die an die Materie der lebendigen Substanz gebunden sind) ist nur den allgemeinen Naturgesetzen der **Physik und Chemie** unterworfen.	2. Die Energie des Plasma ist ganz oder theilweise der immateriellen **Lebenskraft** unterworfen, welche die physikalischen und chemischen Kräfte der lebendigen Substanz beherrscht und dirigirt.
3. Die offenkundige **Zweckmäßigkeit** in den Lebensvorgängen und in der durch sie erzeugten Organisation ist ein Ergebniß **natürlicher Entwickelung**: ihre physiologischen Factoren (Anpassung und Vererbung) sind dem Substanz-Gesetz unterworfen.	3. Die allgemeine **Zweckmäßigkeit** in der Organisation und in den von ihr vermittelten Lebensvorgängen ist ein Product bewußter Schöpfung: sie kann nur durch **intelligente** immaterielle Kräfte erklärt werden, die nicht dem Substanz-Gesetz unterworfen sind.
4. Alle einzelnen Functionen sind auf diese Weise **mechanisch** ausgebildet worden, indem durch Anpassung zweckmäßige Einrichtungen von selbst entstanden und durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen wurden.	4. Alle einzelnen Functionen der Organismen sind **zielstrebig** entstanden, indem die historische Entwickelung (phyletische Transformation) auf ein vorbestimmtes ideales Ziel gerichtet ist.
5. Die **Ernährung** ist ein physikochemischer Proceß, dessen Stoffwechsel in der anorganischen **Katalyse** ein Analogon besitzt.	5. Die **Ernährung** ist ein unerklärliches **Lebenswunder**, das nicht durch chemische und physikalische Processe zu verstehen ist.
6. Die **Fortpflanzung** ist eine mechanische Folge des transgressiven Wachsthums, analog der elective Vermehrung der Krystalle.	6. Die **Fortpflanzung** ist ein unerklärliches **Lebenswunder**, das kein Analogon in der anorgischen Natur findet.
7. Die **Bewegung** der Organismen in jeder Form ist von den Bewegungen der anorgischen Dynamo-Maschinen nicht principiell verschieden.	7. Die **Bewegung** der Organismen ist ein unerklärliches metaphysisches **Lebenswunder**, von allen anorganischen Bewegungen principiell verschieden.
8. Die **Empfindung** ist eine allgemeine **Energie-Form** der Substanz, in den sensiblen Organismen und den reizbaren Anorganen (Pulver, Dynamit) nicht principiell verschieden. Ein immaterielles „Seelenwesen" existirt nicht.	8. Die **Empfindung** der Organismen ist nur durch den Besitz einer **Seele** zu erklären, eines immateriellen, unsterblichen Wesens, das nur zeitweilig seinen Sitz im Körper hat. Nach dem Tode lebt dieser **Geist** selbständig fort.

Drittes Kapitel.

Wunder.

Natur-Gesetz und Wunderglaube. Vernunft und Aberglaube. Philosophischer Werth der Glaubens-Bekenntnisse.

„Das Wunder ist des Glaubens liebstes Kind!“

„Natur und Geist! So spricht man nicht zu Christen;
Deshalb verbrennt man Atheisten,
Weil solche Dinge höchst gefährlich sind.
Natur ist Sünde, Geist ist Teufel,
Sie hegen zwischen sich den Zweifel,
Ihr mißgestaltet Zwitterkind.“

Goethe.

„Gott und Welt auseinander zu reißen und Wunder zu glauben,
Ist das Religion? Nun, dann verachten wir sie!“

Carl Corswant.

Inhalt des dritten Kapitels.

Wunder und Naturgesetz. Wunderglaube der Naturvölker (Fetischismus), der Barbarvölker (Götzendienst), der Civilvölker (Theismus) und der Culturvölker (Dualismus). Wunderglaube der Religionen. Apostolisches Glaubensbekenntniß. Der Schöpfungs-Artikel. Der Erlösungs-Artikel. Der Unsterblichkeits-Artikel. Wunderglaube der Philosophen. Schuldenker und Freidenker. Dualismus von Plato und Kant. Wunderglaube im 19. Jahrhundert, in der modernen Metaphysik, Theologie und Politik.

Literatur.

Immanuel Kant, 1783. Prolegomena zu einer künftigen Metaphysik. Königsberg.

Arthur Schopenhauer, 1813. Ueber die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde. Frankfurt.

Ludwig Feuerbach, 1841. Das Wesen des Christenthums. 4. Aufl., 1883. Leipzig.

Wilhelm Bender, 1871. Der Wunderbegriff des Neuen Testaments. Frankfurt.

David Strauß, 1872. Der alte und der neue Glaube. Ein Bekenntniß. Volksausgabe, 1903. Bonn.

Ludwig Büchner, 1887. Ueber religiöse und wissenschaftliche Weltanschauung. Leipzig.

S. E. Verus, 1897. Vergleichende Uebersicht (vollständige Synopsis) der vier Evangelien in unverkürztem Wortlaut. Leipzig.

Adalbert Svoboda, 1897. Gestalten des Glaubens. Kulturgeschichtliches und Philosophisches. Leipzig.

Adolf Harnack, 1899. Das Wesen des Christentums. Berlin.

Fritz Schultze, 1900. Psychologie der Naturvölker. Eine natürliche Schöpfungsgeschichte menschlichen Vorstellens, Wollens und Glaubens. Leipzig.

Heinrich Schurz, 1900. Urgeschichte der Cultur. Leipzig.

Troels-Lund, 1899. Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten, 3. Aufl., 1900. Leipzig.

Albert Kalthoff, 1903. Religiöse Weltanschauung. Leipzig.

Thomas Achelis, 1904. Abriß der vergleichenden Religionswissenschaft. Leipzig.

Unter „Wunder“ versteht man im gewöhnlichen Sprachgebrauch sehr verschiedene Vorstellungen. Wir nennen eine Erscheinung wunderbar, wenn wir sie nicht erklären und ihre Ursachen nicht begreifen können. Wir nennen aber ein Naturobject oder ein Kunstwerk wunderschön oder wundervoll, wenn es außerordentlich schön oder großartig ist, wenn es die gewohnten Grenzen unseres Vorstellungs-Kreises überschreitet. Nicht in diesem übertragenen relativen Begriffe sprechen wir hier vom Wunder, sondern in dem absoluten Sinne, in welchem eine Erscheinung die Grenzen der Naturgesetze überschreitet und für die menschliche Vernunft überhaupt unerklärbar ist. Der Begriff des Wunders fällt hier mit dem des Uebernatürlichen oder Transscendenten zusammen. Die Natur-Erscheinungen können wir durch die Vernunft erkennen und unserm Wissen unterwerfen; das übernatürliche Wunder können wir nur glauben.

Der Glaube an übernatürliche Wunder steht im Widerspruch zu der reinen Vernunft, die die Grundlage aller Wissenschaft bildet. Kant, der den Begriff der „reinen Vernunft“ zu so hohem Ansehen gebracht hat, verstand darunter ursprünglich nur die „Vernunft-Erkenntniß unabhängig von der Erfahrung“. Später ist dieser Begriff in engerem Sinne als unabhängig von Dogma und Vorurtheil gebraucht worden, als die Basis der reinen „voraussetzungslosen“ Wissenschaft. In diesem Sinne setzen wir die reine Vernunft dem Aberglauben entgegen.

Das wichtige Verhältniß vom „Wissen und Glauben" habe ich bereits im 16. Kapitel der „Wl." erläutert. Ich muß aber hier nochmals darauf zurückkommen, weil die dort versuchte Darlegung zu vielfachen Mißverständnissen und Angriffen Veranlassung gegeben hat. Ich hatte dort keineswegs, wie meine Gegner jetzt oft behaupten, den Anspruch gestellt, „Alles zu wissen", oder gar „alle Welträthsel lösen zu können". Vielmehr hatte ich wiederholt betont, daß die Grenzen unseres Wissens eng gezogen sind und immer beschränkt bleiben werden. Auch hatte ich ausdrücklich hervorgehoben, daß der unwiderstehliche Erkenntnißtrieb des vernünftigen Menschen, das beständige „Causalitäts-Bedürfniß der Vernunft", uns dazu treibt, die vorhandenen Lücken unseres Wissens durch Glauben auszufüllen. Zugleich aber hatte ich den wesentlichen Gegensatz zwischen dem wissenschaftlichen (natürlichen) Glauben und dem religiösen (übernatürlichen) Glauben betont; der erstere führt uns zur Bildung von Hypothesen und Theorien, der letztere zur Bildung von Mythen und Aberglauben. Der wissenschaftliche Glaube füllt als Hypothese die Lücken unseres Wissens von den Naturgesetzen provisorisch aus; der mystische religiöse Glaube hingegen widerspricht dem Naturgesetze und überschreitet seine Schranken als Wunderglaube.

Wunder und Naturgesetz. Der große Triumph der fortgeschrittenen Naturerkenntniß im 19. Jahrhundert, ihr theoretischer Werth für die Begründung einer vernünftigen Weltanschauung, ihr praktischer Werth für die verschiedensten Seiten des modernen Culturlebens, beruht in erster Linie auf der absoluten Anerkennung fester Naturgesetze. Die Beziehungen der Dinge zu einander, die wir als Ursachen bezeichnen, machen unserer Vernunft das Begreifen und Erklären der Thatsachen möglich. Wir empfinden das stetige „Causalitäts-Bedürfniß unserer Vernunft" befriedigt, wenn die Wissenschaft uns die Erscheinungen aus ihren „zureichenden Gründen" erklärt. Im Gesammtgebiete der Anorgik, der anorganischen Kosmologie, ist diese All-

macht des Naturgesetzes jetzt allgemein anerkannt; in der Astronomie und Geologie, in der Physik und Chemie werden alle Erscheinungen auf feste Gesetze zurückgeführt, in letzter Linie auf das allumfassende Substanzgesetz, das große Gesetz von der Erhaltung der Kraft und des Stoffes („Welträthsel“, Kap. 12).

Anders verhält es sich in der Biologie, im organischen Theile der Kosmologie. Hier tritt noch heute an vielen Stellen dem Substanzgesetze das „Lebenswunder“ gegenüber, die Durchbrechung der Naturgesetze durch „übernatürliche Kräfte“. Der Glaube an solche „Wunder“, den die reine Vernunft als Aberglauben bezeichnet, ist noch heute weit verbreitet, — viel allgemeiner, als gewöhnlich angenommen wird. Wir halten an der Ansicht fest, daß Aberglaube und Unvernunft die schlimmsten Feinde des Menschengeschlechts sind, während Wissenschaft und Vernunft seine höchsten Güter darstellen. Daher ist es unsere Pflicht und unsere Aufgabe, im Interesse der letzteren den Wunderglauben auf allen Gebieten zu bekämpfen; wir müssen klar beweisen, daß das Naturgesetz seine Herrschaft über die gesammte uns zugängliche Erscheinungswelt erstreckt. Ein allgemeiner Rückblick auf die Geschichte des Glaubens einerseits, der Wissenschaft anderseits lehrt uns deutlich, daß der Fortschritt der letzteren stets mit der zunehmenden Erkenntniß fester Naturgesetze Hand in Hand geht, und ebenso mit einem Zurückdrängen des Wunderglaubens auf ein immer kleiner werdendes Gebiet. In der Gegenwart überzeugen wir uns davon durch eine unbefangene Prüfung der Geistesbildung auf den verschiedenen Culturstufen; wir nehmen dabei die vier Hauptstufen der geistigen Entwickelung an, die Fritz Schultze in seiner Psychologie der Naturvölker und Alexander Sutherland in seinem Werke über den Ursprung und das Wachsthum des moralischen Instinctes unterschieden haben: 1. Naturvölker, 2. Barbarvölker, 3. Civilvölker, 4. Culturvölker (vergl. Kap. 17).

Wunderglaube der Naturvölker (Fetischdienst). Die Geistesthätigkeit der Wilden erhebt sich bekanntlich nur wenig über diejenige

der höheren Säugethiere, und insbesondere der Affen, von denen wir sie phylogenetisch ableiten. Ihr ganzes Lebens-Interesse erschöpft sich in den physiologischen Thätigkeiten der Ernährung und Fortpflanzung, Befriedigung von „Hunger und Liebe" in rohester thierischer Form. Ohne feste Wohnsitze, in beständigem schweren Kampf um's Dasein, leben sie von den rohen Naturproducten, den Früchten und Wurzeln der wilden Pflanzen, den Thieren, die sie im Wasser fischen und auf dem Lande fangen. Die Verstandes-Thätigkeit der Wilden bewegt sich in den engsten Grenzen, so daß man von Vernunft bei ihnen eben so wenig (— oder eben so viel —) sprechen kann, als bei den intelligentesten Thieren. Von Kunst und Wissenschaft ist noch keine Rede. Ihr Causalitätsdrang begnügt sich mit der einfachsten Verknüpfung von Erscheinungen, die rein äußerlich zusammentreffen, aber gar keinen inneren Zusammenhang besitzen. Daraus entspringt ihr Fetischismus, jener unvernünftige Fetischglaube, dessen Entstehung Fritz Schultze auf vier verschiedene Ursachen zurückführt, auf die falsche Schätzung des Werthes der Objecte, die anthropistische (oder anthropopathische) Naturauffassung, die mangelhafte causale Beziehung der Vorstellungen und die große Macht der Gemüthsbewegungen, insbesondere Furcht und Hoffnung. Jeder beliebige Gegenstand, ein Stein, ein Knochen, kann als Fetisch Wunder thun, kann allen möglichen nützlichen oder schädlichen Einfluß ausüben und wird deshalb verehrt, gefürchtet und angebetet. Ursprünglich galt die Verehrung dem unsichtbaren Geiste, der den einzelnen Gegenstand bewohnt; aber später wurde sie oft auf das todte Object selbst übertragen. Der Fetischglaube zeigt unter den verschiedenen Naturvölkern bereits eine Reihe von Abstufungen, die den Anfängen der keimenden Vernunft entsprechen; die tiefste Stufe nehmen die niederen Wilden ein (Weddas von Ceylon, Andamanen, Buschmänner, Akkas von Guinea); eine etwas höhere die mittleren Wilden (Australneger, Tasmanier, Hottentotten, Feuerländer); noch weiter intellectuell entwickelt sind die höheren Wilden (die meisten Indianerstämme von Nord- und Süd-Amerika, die Urbewohner Indiens u. s. w.). Die moderne vergleichende Ethnographie und Entwickelungslehre, prähistorische und anthropologische Forschung haben uns zu der Ueberzeugung geführt, daß auch unsere eigenen Vorfahren, vor zehntausend Jahren und darüber hinaus, (— ebenso wie die prähistorischen Ahnen aller Menschenrassen —) niedere Wilde waren und daß

der Wunderglaube in den Anfängen ihrer Religions-Vorstellungen der roheste Fetischismus war.

Wunderglaube der Barbarvölker (Götzendienst). Als Barbaren bezeichnen wir im engeren Sinne diejenigen Völker, die zwischen den Naturvölkern und den Civilvölkern in der Mitte stehen. Sie zeigen uns die ersten Anfänge der Cultur und erheben sich über die Wilden besonders dadurch, daß sie Viehzucht und Ackerbau treiben; sie machen sich die productiven Kräfte der organischen Natur mit Vorsorge dienstbar, erzeugen künstlich große Vorräthe von Nahrung und werden so durch Nahrungs-Ueberfluß befähigt, ihre Geistesthätigkeit anderen Interessen zuzuwenden; wir finden bei ihnen die Anfänge von Kunst und Wissenschaft. Die Religion erhebt sich anfangs noch wenig über den Fetischismus der Wilden, wird aber bald mehr und mehr Animismus; die leblosen Naturobjecte werden zu „Geistern", mit einer Seele versehen. Die Anbetung wird nicht mehr beliebigen todten Objecten (Steinen, Knochen) gewidmet, sondern vorzugsweise belebten organischen Wesen, Bäumen und Thieren, vor allen aber Götzenbildern, die die Gestalt von Thieren oder Menschen tragen, und denen man eine „Seele" (Anima) zuschreibt. Sie haben als Dämonen oder Geister den größten Einfluß auf die Geschicke des Menschen. Ursprünglich wird diese Seele noch rein materiell oder stofflich gedacht; sie entweicht beim Tode des Körpers und lebt selbständig fort. Da im Tode des Menschen der Athemzug, der Puls- und Herzschlag aufhört, wird der Sitz der Seele in Lunge, Herz oder andere Körpertheile verlegt. Der Gedanke der Unsterblichkeit der persönlichen Seele gewinnt schon bei den Barbaren sehr mannigfaltige Gestalt, ebenso wie der Glaube an die Wunder, welche die Götter, Dämonen, Geister u. s. w. ausüben. Auch hier wieder zeigt uns die Entwickelungsgeschichte eine lange Stufenleiter von „Gestalten des Glaubens", wenn wir die niederen, mittleren und höheren Culturvölker vergleichen.

Wunderglaube der Civilvölker (der „civilisirten Nationen"). Von den Barbaren unterscheiden sich die Civilvölker culturgeschichtlich durch die Bildung größerer Staaten mit weitgehender Arbeitstheilung; der sociale Organismus wird nicht allein größer und mächtiger, sondern zu vielseitigeren Leistungen befähigt, indem die Functionen der verschiedenen Stände und Arbeiterclassen sich viel mehr differenziren und ergänzen (ebenso wie die Zellen und Gewebe im höheren Thierkörper der Metazoen). Die Ernährung wird leichter und mit höherem Genuß

verbunden; Kunst und Wissenschaft gelangen zu feinerer Ausbildung. In Beziehung auf die Entwickelung der Religion geschieht ein großer Fortschritt dadurch, daß die zahlreichen Götter überwiegend als menschenähnliche Geister aufgefaßt und später einem Hauptgotte untergeordnet werden. Der Wunderglaube blüht in der Dichtung unter den mannigfachsten Formen fort; in der Philosophie wird er mehr und mehr eingeschränkt. Zuletzt bleibt die Wunderthätigkeit im Monotheismus auf den einen Gott beschränkt, oder auf die Priester desselben und andere Menschen, denen er seine Zauberkraft mitteilt.

Wunderglaube der Culturvölker. Die Cultur im engeren Sinne, im Gegensatze zu der älteren Civilisation, beginnt nach unserer Anschauung mit dem Anfange des 16. Jahrhunderts. Gleichzeitig traten damals mehrere der wichtigsten Ereignisse im Geistesleben der civilisirten Völker ein, befreiten es von den engen Fesseln der Tradition und bewirkten einen neuen Aufschwung zu höherem Fortschritt. Durch das Weltsystem von Kopernikus wurde die ganze Weltanschauung des Menschen unendlich erweitert; durch die Reformation wurde sie von dem schweren Joche des Papismus befreit. Kurz vorher hatte die Entdeckung der neuen Welt und die Umschiffung der Erde unsere Vorstellung von der Erdkugel sicher gestellt; Geographie, beschreibende Naturkunde, Medicin und andere Wissenschaften nahmen einen neuen selbständigen Aufschwung; die Buchdruckerkunst und Holzschneidekunst lieferten das mächtigste Hülfsmittel, die so gewonnenen Kenntnisse in alle Welt zu verbreiten. Dieser höhere Aufschwung des Culturlebens kam vor allem der Philosophie zu gute, die sich nun immer mehr von der Bevormundung der Kirche befreite und vom Wunderglauben ablöste; indessen blieb sie doch noch weit davon entfernt, deren Fesseln ganz abzustreifen. Im weiteren Umfange wurde dies erst im 19. Jahrhundert möglich, als die empirische Naturforschung eine früher nicht geahnte Bedeutung gewann und in der Speculation demzufolge die moderne physikalische Weltanschauung immer mehr die bisher herrschende metaphysische verdrängte. Das reine, auf wahre Naturerkenntniß gegründete Wissen trat damit in immer schärferen Gegensatz zum religiösen Glauben. Wenn man in der Entwickelung der Culturvölker ebenso, wie in derjenigen der vorhergehenden Civilvölker, Barbarvölker und Naturvölker, drei Stufen als niedere, mittlere und höhere unterscheidet, so erkennt man die fortschreitende Befreiung vom Wunderglauben durch die wissenschaftliche Welterkenntniß.

Wunderglaube der Religionen. Wenn wir die höheren Religionsformen der Culturvölker vergleichend betrachten, so sehen wir, daß ähnliche Gemüthsbedürfnisse und Gedankengänge sich vielfach wiederholen und daß auch der Wunderglaube in analoger Weise sich mehrfach entwickelt hat. Die drei Stifter der großen monotheistischen Mediterran-Religionen, Moses, Christus und Mohammed, werden in ähnlicher Weise als wunderthätige Propheten gedacht, die vermöge ihrer hervorragenden Begabung in unmittelbarem Verkehr mit Gott stehen und seine Gebote in Gesetzesform den Menschen übermitteln. Die außerordentliche Autorität, die sie bei den Menschen genießen und die der von ihnen gestifteten Religion so mächtigen Einfluß verschafft hat, gründet sich beim niederen Volke unmittelbar auf ihr übernatürliches Wirken, auf die Wunder, die sie ausüben: Heilung von Kranken, Auferweckung von Todten, Verwandlung von Personen, Austreiben böser Geister u. dergl. m. Prüft man unbefangen die Wunderthaten Christi, wie sie in den Evangelien erzählt werden, so widersprechen sie in ganz gleicher Weise den Naturgesetzen und der vernünftigen Erklärung wie die ähnlichen Wunder, die von Buddha und Brahma in der indischen Mythologie, von Mohammed im Koran erzählt werden. Dasselbe gilt vom Glauben an die Wunderwirkung von Brot und Wein im christlichen Abendmahl u. s. w.

Apostolisches Glaubensbekenntniß. Für die Christenheit ist seit 1500 Jahren dasjenige Glaubensbekenntniß bindend gewesen und sowohl vom christlichen Staat als von der Kirche als maßgebend anerkannt, das wahrscheinlich schon im 2. Jahrhundert von den Vertretern der ältesten christlichen Gemeinden vereinbart wurde, aber erst im 4. und 5. Jahrhundert in der südgallischen Kirche seine noch heute gültige Form angenommen hat. Als fundamentales S y m b o l u m a p o s t o l i c u m ist dasselbe auch in den Katechismus von M a r t i n L u t h e r aufgenommen und wird in allen protestantischen und römisch-katholischen Schulen (— nicht in den griechisch-katholischen! —) als Grundlage des Religions-Unter-

richts gelehrt. Diese außerordentliche Bedeutung des apostolischen Glaubensbekenntnisses und sein gewaltiger Einfluß auf die Jugendbildung einerseits, sein auffälliger Widerspruch gegen die vernünftige Naturerkenntniß anderseits, nöthigen uns, die drei Artikel desselben einer unbefangenen Kritik zu unterwerfen.

Der Schöpfungs-Artikel. Der erste Artikel des Symbolum apostolicum behandelt die Schöpfung und lautet: „Ich glaube an Gott den Vater, den allmächtigen Schöpfer Himmels und der Erde." Die moderne Entwickelungslehre hat uns überzeugt, daß eine solche „Schöpfung" niemals stattgefunden hat, daß das Universum seit Ewigkeit besteht und daß das Substanz-Gesetz Alles beherrscht. Gott selbst als „allmächtiger Schöpfer" und Vater des Menschen wird durchaus anthropistisch vorgestellt, der „Himmel" (im Sinne der geocentrischen Anschauung) als das blaue Dach, das sich über der Erde wölbt. Die Vorstellung, daß der „persönliche Gott" als denkendes immaterielles Wesen die materielle Welt auf einmal aus „Nichts" geschaffen habe, ist durchaus unvernünftig und im Grunde nichtssagend. Daß Luther an dieser kindlichen, wissenschaftlich werthlosen Vorstellung festhielt, ergiebt sich aus seiner Erläuterung des ersten Artikels: „Was ist das?"

Der Erlösungs-Artikel. Der zweite Artikel des Symbolum apostolicum behandelt das Dogma der Erlösung in folgenden Worten: „Ich glaube an Jesum Christum, seinen eingeborenen Sohn, unsern Herrn, der empfangen ist vom heiligen Geiste, geboren von der Jungfrau Maria, gelitten unter Pontio Pilato, gekreuziget, gestorben und begraben, niedergefahren zur Hölle, am dritten Tage wieder auferstanden von den Todten, aufgefahren gen Himmel, sitzend zur rechten Hand Gottes, des allmächtigen Vaters, von dannen er kommen wird, zu richten die Lebendigen und die Todten." Da diese Dogmen des zweiten Artikels die wichtigsten Sätze der „Erlösungs-Lehre" enthalten und auch heute noch von Millionen „gebildeter" Culturmenschen als ihre „teuersten Heilswahrheiten" geglaubt werden, ist es nöthig, ihren Gegensatz zur

reinen Vernunft besonders zu betonen. Das Schädliche bei diesen und anderen Glaubenssätzen beruht darauf, daß wir in früher Jugend, wo wir noch nicht selbständig nachdenken können, gezwungen werden, sie mechanisch auswendig zu lernen. Später bleiben sie dann unbezweifelt, ohne weiteres Nachdenken darüber, als „grundlegende Offenbarungen" in Geltung.

Der Mythus von der Erzeugung und Geburt Jesu Christi ist reine Dichtung und steht auf derselben Stufe des irrationellen Wunderglaubens, wie hundert andere anthropistische Mythen anderer Religionen. Von den drei Personen, die in dem „dreieinigen Gott" räthselhaft verschmolzen sind, wird Christus, der „eingeborene Sohn", sowohl vom Vater, als vom heiligen Geist erzeugt, und das durch Parthenogenesis aus der „Jungfrau Maria". Die Physiologie dieses merkwürdigen Fortpflanzungs-Actes habe ich bereits im 17. Kapitel der „Welträthsel" kritisch beleuchtet. Die wunderbaren Schicksale Christi nach seinem Tode, die „Höllenfahrt, Auferstehung und Himmelfahrt", sind wieder phantastische Mythen, die den beschränkten geocentrischen Vorstellungen der Barbar-Völker entstammen; Troels-Lund hat deren mächtigen Einfluß in seinem interessanten Buche „Himmelsbild und Weltanschauung" vortrefflich beleuchtet. Die Vorstellung vom „jüngsten Gericht", wo Christus „zur Rechten Gottes des Vaters sitzt", wie viele berühmte Bilder des Mittelalters (u. A. Michel-Angelos in der sixtinischen Kapelle des Vaticans!) anschaulich darstellen, ist wiederum einer ganz kindlichen, anthropistischen Anschauung entsprungen.

Merkwürdiger Weise sagt dieser zweite Artikel nichts von der „Erlösung", die seine Ueberschrift bildet; diese wird nur von Luther in seiner Erklärung: „Was ist das?" behandelt. Hier erfahre ich, daß Christus „mich verlorenen und verdammten Menschen erlöset hat, erworben, gewonnen von allen Sünden, vom Tode und der Gewalt des Teufels, nicht mit Gold oder Silber, sondern mit seinem heiligen theuren Blute und mit seinem unschuldigen Leiden und Sterben". Diesen schmerzvollen Tod hat

Christus gleich vielen tausend anderen Märtyrern für seine Ueberzeugung von der Wahrheit seines Glaubens und seiner Lehre erlitten (— wir erinnern nur an die mehr als hunderttausend Menschen, die durch die Inquisition und die Glaubenskriege des Mittelalters getödtet wurden! —); einen vernünftigen Causal-Zusammenhang desselben mit der angeblichen „Erlösung von allen Sünden, vom Tode und der Gewalt des Teufels" hat noch keiner der Millionen Theologen nachzuweisen vermocht, die sonntäglich darüber predigen und gepredigt haben. Dieses ganze „Erlösungs"-Gebilde des christlichen Glaubens ist uralten, völlig unklaren, ethischen Vorstellungen der Barbar-Völker, insbesondere dem rohen Glauben an die Sühnemacht der Menschenopfer, entsprungen. Praktischen Werth für unser sittliches Leben besitzt dasselbe nur für denjenigen, der an die Unsterblichkeit seiner persönlichen Seele glaubt, an ein wissenschaftlich unhaltbares Dogma. Wer auf dieses leere Versprechen eines besseren und vollkommenen Lebens im „Jenseits" baut, der kann durch diese Hoffnung sich trösten und sich über die tausend Mängel und Leiden unseres irdischen Lebens im „Diesseits" hinwegsetzen. Wer aber das letztere vernunftgemäß in seiner Wirklichkeit betrachtet und durchlebt, wird nicht finden, daß die angebliche „Erlösung" irgend Etwas zum Besseren geändert hat; Noth und Elend, Leid und Sünde bestehen nach wie vor; ja, in vieler Beziehung hat das moderne Culturleben sie gesteigert.

Der Unsterblichkeits-Artikel. Der dritte und letzte Artikel des Symbolum apostolicum lautet wörtlich: „Ich glaube an den Heiligen Geist, eine heilige christliche Kirche, die Gemeinschaft der Heiligen, Vergebung der Sünden, Auferstehung des Fleisches und ein ewiges Leben." In der seltsamen Erklärung, die Martin Luther zu diesem dritten Glaubens-Artikel in seinem Katechismus giebt, behauptet er zunächst, daß der Mensch „nicht aus eigener Vernunft an den Herrn Jesum Christum glauben kann" (— sehr richtig! —), sondern daß der „heilige Geist" ihn dazu „mit seinen Gaben erleuchten" müsse; wie aber diese räthselhafte dritte Person

des dreieinigen Gottes jene Erleuchtung und Heiligung vollbringt, wodurch sie uns „täglich alle Sünden reichlich vergiebt", darüber wird Nichts gesagt. Was die sogenannte „Gemeinschaft der Heiligen" und die „heilige christliche Kirche" in Wirklichkeit zu bedeuten hat, darüber belehrt uns sehr deutlich ihre Geschichte — und vor Allem die Geschichte des römischen Papismus oder Ultramontanismus. Dieser mächtigste und auch heute noch einflußreichste Zweig der christlichen Kirche, der für sich den Vorzug des Katholischen, des „Allein seligmachenden", in Anspruch nimmt, ist in Wirklichkeit die schmählichste Caricatur des ursprünglichen reinen Christenthums; er hat es mit bewunderungswürdiger Kunst verstanden, die milden und menschenfreundlichen Lehren Christi theoretisch zu predigen und praktisch in ihr Gegentheil zu verkehren. Gestützt auf die Leichtgläubigkeit der gedankenlosen Massen bildet der Papismus eine politische Hierarchie, deren gewaltige Macht noch heute den größten Theil der modernen Cultur für sich in Anspruch nehmen will.

Der weitaus wichtigste Theil des dritten Glaubens-Artikels ist jedoch sein Schluß, der Glaube an die „Auferstehung des Fleisches und ein ewiges Leben". Daß dieses größte „Lebenswunder" ursprünglich durchaus materialistisch gedacht war, darüber belehren uns Tausende von Bildern, in denen berühmte Maler uns die Auferstehung der Todten, das Lustwandeln der fröhlichen Frommen im Paradiese, die Qualen der verdammten Sünder in den Flammen der Hölle realistisch vor Augen führen. So stellt sich auch thatsächlich der weitaus größte Theil der Gläubigen bis heute das „ewige Leben" im Jenseits vor: eine „vermehrte und verbesserte Auflage" vom irdischen Leben im Diesseits. Das gilt ebenso von den Bildern des ewigen Lebens in der christlichen wie in der mohammedanischen Phantasie und überhaupt von den athanistischen Vorstellungen, die viele andere Religionen schon lange vor Christus hatten; ja sogar von den primitiven Anfängen derselben bei den Naturvölkern und Barbarvölkern. So lange noch

die geocentrische Weltanschauung herrschte, so lange noch der Himmel als eine blaue Glocke, illuminirt mit den tausend Sternlichtern und der Sonnenlampe, sich über der flachen Erdscheibe wölbte, so lange noch unter demselben im Keller der „Unterwelt" das Höllenfeuer brannte, konnte jener barbarische Glaube an die „Auferstehung des Fleisches und das jüngste Gericht" sich noch kräftig am Leben erhalten. Seine tiefe Wurzel starb aber innerlich ab, seitdem Kopernikus 1543 das geocentrische Weltbild vernichtete, und der Athanismus wurde ganz unhaltbar, seitdem Darwin das anthropocentrische Dogma zerstörte. Nicht allein jene rohen älteren, materialistischen Vorstellungen vom „ewigen Leben", sondern auch die feineren neueren, spiritualistischen Anschauungen darüber sind durch die Fortschritte der Naturerkenntniß im 19. Jahrhundert hinfällig geworden. Ich habe ihre Unhaltbarkeit im 11. Kapitel der „Wl." eingehend dargethan; ich schloß meine Betrachtungen dort mit folgendem Satze: „Fassen wir Alles zusammen, was vorgeschrittene Anthropologie, Psychologie und Kosmologie der Gegenwart über den Athanismus ergründet haben, so müssen wir zu dem bestimmten Schlusse kommen: der Glaube an die Unsterblichkeit der menschlichen Seele ist ein Dogma, welches mit den sichersten Erfahrungssätzen der modernen Naturwissenschaft in unlösbarem Widerspruche steht."

Wunderglaube der Philosophen. Der mächtige Einfluß, den die herrschenden Glaubenslehren der Kirche, unterstützt durch die praktischen Bedürfnisse des Staates, seit Jahrtausenden auf die Civilvölker und später auf die Culturvölker ausgeübt haben, machte sich zunächst in einem mehr oder weniger rohen Wunderglauben der Volksmasse geltend; das Bekenntniß desselben, die Confession, gehörte bald ebenso zum „guten Ton" wie die Mode in der Kleidung, die Sitte in der Lebensführung u. s. w. Aber auch die große Mehrzahl der Philosophen unterlag jenem gewaltigen Einfluß mehr oder weniger. Zwar bemühten sich einzelne hervorragende Denker schon frühzeitig, durch reine Vernunft, ganz un-

abhängig von dem herrschenden Volksglauben, der Tradition und den Priestern, ein klares Weltbild zu gewinnen; allein die große Mehrzahl der Philosophen vermochte nicht sich zu dem hohen Standpunkte jener kühnen „Freidenker" zu erheben; sie blieben in Wahrheit „Schuldenker", abhängig von den Lehrsätzen der Autoritäten, den Traditionen der Schule und den Dogmen der Kirche. Philosophia ancilla theologiae. Die erhabene „Weltweisheit" blieb die dienstbare Magd des Kirchenglaubens. Wenn wir nun in dieser Beziehung hier einen Seitenblick auf die Geschichte der Philosophie werfen, so finden wir schon seit 2500 Jahren einen beständigen Kampf zwischen zwei großen Hauptrichtungen: dem Dualismus der Mehrheit (mit theologischen und mystischen Neigungen) und dem Monismus der Minderheit (mit rationalistischen und naturalistischen Tendenzen).

Bewunderungswürdig vor Allen erscheinen uns jene großen Freidenker des classischen Alterthums, die schon im 6. Jahrhundert vor Christus den Grund zu einer monistischen Weltanschauung legten, zunächst die ionischen Naturphilosophen: Thales, Anaximander, Anaximenes; etwas später Heraklitos, Empedokles, Demokritos. Sie machten die ersten durchgreifenden Versuche, die Welt aus reiner Vernunft zu begreifen, unabhängig von allen mythologischen Traditionen und theologischen Dogmen. Allein diese bewunderungswürdigen Versuche des primitiven Monismus, denen der große Dichter-Philosoph Lucretius Carus (98—54 v. Chr.) in seinem Lehrgedicht: „De rerum natura" einen vollendeten Ausdruck gab, wurden bald dadurch zurückgedrängt, daß der wundergläubige Dualismus von Plato das Dogma von der Unsterblichkeit der Seele und der transscendenten „Welt der Ideen" in weitesten Kreisen zur Geltung brachte.

Wunderglaube von Plato. Nachdem schon die Eleaten (Parmenides, Zeno) im 5. Jahrhundert vor Christus die Spaltung der Weltanschauung in zwei verschiedene Gebiete an-

gebahnt hatten, gelang es Plato und seinem großen Schüler Aristoteles (im 4. Jahrhundert v. Chr.), diesen Dualismus, den Gegensatz von Physik und Metaphysik, zur weitesten Anerkennung zu bringen. Die Physik beschäftigt sich auf Grund der Erfahrung mit den Erscheinungen der Dinge (Phaenomena), die Metaphysik hingegen mit dem wahren Wesen der Dinge, das hinter den Erscheinungen verborgen ist (Noumena); diese inneren Wesenheiten sind transscendent, unzugänglich für die empirische Forschung; sie bilden die metaphysische Welt der ewigen Ideen, die von der realen Welt unabhängig ist und in Gott, als dem Absoluten, ihre höchste Einheit findet. Die Seele, die als ewige Idee zeitweilig in dem vergänglichen menschlichen Körper lebt, ist unsterblich. Dieser consequente Dualismus im Systeme von Plato, die scharfe Sonderung des Diesseits vom Jenseits, des Leibes von der Seele, der Welt von Gott, ist sein wichtigstes Merkmal; sie wurde bald deshalb überaus einflußreich, weil sein Schüler Aristoteles sie mit seiner empirischen, auf reiche naturwissenschaftliche Erfahrung gegründeten Metaphysik verband, und in der Entelechie jedes Wesens, in dem zweckmäßig wirkenden Wesen die Idee weiter entwickelte; besonders aber deshalb, weil bald das Christenthum (400 Jahre später) in diesem Dualismus eine willkommene philosophische Ergänzung seiner eigenen transscendenten Richtung fand.

Wunderglaube des Mittelalters. In dem Jahrtausend, das die Historiker „Mittelalter" nennen und gewöhnlich vom Untergang des Römischen Reiches (476) bis zur Entdeckung von Amerika (1492) datiren, erfuhr der Wunderglaube der Civilvölker seine höchste Ausbildung. In der Philosophie blieb ganz überwiegend die Autorität des Aristoteles; sie wurde von der herrschenden christlichen Kirche ihren Zwecken dienstbar gemacht. Aber im praktischen Culturleben erwies sich viel mächtiger der Einfluß der christlichen Glaubenslehren, mit all' dem bunten Beiwerk, das die zahlreichen Wundermärchen der Bibel ihrem

Dogmen-Gebäude eingefügt hatten. Allen Glaubenssätzen voran standen die drei großen Central-Dogmen der Metaphysik, die zuerst Plato in ihrer ganzen Bedeutung geltend gemacht hatte: der persönliche Gott als Weltschöpfer, die Unsterblichkeit der Seele und der freie Wille des Menschen. Da das Christenthum theoretisch auf die beiden ersten Dogmen, praktisch auf den dritten Glaubenssatz, die Willensfreiheit, das größte Gewicht legte, gelangte bald der metaphysische Dualismus auf allen Gebieten zu allgemeiner Geltung. Vor Allem feindlich der selbstständigen Wahrheitsforschung wurde aber die Naturverachtung des Christenthums, seine Geringschätzung aller irdischen Lebenswerthe, in ständigem Hinblicke auf das „ewige Leben" im Jenseits. Während das Licht der philosophischen Kritik in jeder Form zurückgewiesen wurde, wucherte üppig der Blumengarten der Glaubensdichtung und ließ das übernatürliche Wunder als selbstverständlich erscheinen. Welche Früchte dieser kritiklose Wunderglaube im praktischen Leben zeitigte, lehrt die grauenvolle Sittengeschichte des Mittelalters mit ihren Inquisitionen und Glaubenskriegen, Folterinstrumenten und Hexenprocessen. Gegenüber der vielbeliebten Schwärmerei für die Romantik des christlichen Mittelalters, die Kreuzzüge und die blendende Kirchenpracht, kann auf diese blutigen Schattenseiten desselben nicht genug hingewiesen werden.

Wunderglaube von Kant. Unbefangene Würdigung der ungeheuren Fortschritte, die die Naturerkenntniß im Laufe des 19. Jahrhunderts gemacht hat, überzeugt uns mit Gewißheit, daß die drei großen von Plato begründeten Central-Dogmen der Metaphysik für die „reine Vernunft" unhaltbar geworden sind. Unsere klare, heute gewonnene Einsicht in den gesetzmäßigen Causal-Zusammenhang aller Naturvorgänge, vor Allem die Ueberzeugung von der allgemeinen Geltung des Substanz-Gesetzes, ist unverträglich mit dem Glauben an einen persönlichen Gott, an die Unsterblichkeit der Seele und die Freiheit des Willens. Wenn trotzdem dieser dreifache Wunderglaube noch in den weitesten Bildungs-

Kreisen fortbesteht, ja sogar von den Fachgelehrten der Metaphysik als unantastbares Ergebniß der „kritischen Philosophie" hochgehalten wird, so ist diese merkwürdige Thatsache vor Allem auf den mächtigen Einfluß eines einzigen großen Denkers zurückzuführen, auf Immanuel Kant. Sein sogenannter Kriticismus — in der That ein hybrides Erzeugniß der Vermischung von „reiner Vernunft" und praktischem Wunderglauben — überragt alle anderen Weltanschauungs-Versuche der neueren Zeit an hohem Ansehen so sehr, daß wir hier nothwendig auf seine außerordentliche Bedeutung nochmals eingehen müssen.

Dualismus von Kant. Den durchgehenden Gegensatz, in dem unsere einheitliche Weltanschauung, der Monismus, zu der zweiheitlichen Philosophie von Kant steht, habe ich bereits im 14. und 20. Kapitel der „Wl." hervorgehoben. Im Nachwort zu deren Volksausgabe (S. 156) habe ich besonders die auffälligen, schon von vielen Philosophen empfundenen und getadelten Widersprüche der kantischen Philosophie betont: man muß eben bei jeder Betrachtung seiner Lehren zuerst fragen: „Welcher Kant ist gemeint? Kant Nr. 1, der Begründer der monistischen Kosmogenie, der kritische Ergründer der reinen Vernunft? — oder Kant Nr. 2, der Verfasser der dualistischen Kritik der Urtheilskraft, der dogmatische Erfinder der praktischen Vernunft?" Diese inneren Widersprüche erklären sich zum Theil aus den „psychologischen Metamorphosen", die Kant gleich vielen anderen Denkern durchgemacht hat („Welträthsel", Kapitel 6), zum Theil aber aus dem andauernden Conflict zwischen seinen naturwissenschaftlichen Bestrebungen zur mechanischen Erklärung des „Diesseits" und seinen (durch Vererbung und Bildungsgang erklärlichen) religiösen Bedürfnissen zum mystischen Glauben an das „Jenseits". Sie gipfeln in der Unterscheidung von zwei verschiedenen Welten, der sinnlichen und geistigen Welt. Die sinnliche Welt (Mundus sensibilis) ist unsern Sinnen und unserm Verstande zugänglich, empirisch bis zu einer gewissen Grenze erkennbar. Aber hinter ihr steckt die geistige Welt (Mundus intelligibilis), von der wir nichts wissen und nichts wissen können; von ihrer Existenz (im „Ding an sich") soll uns aber das Bedürfniß unseres Gemüthes überzeugen. In dieser transscendenten Welt wohnen die Großmächte des Mysticismus.

Als Hauptverdienst des Kriticismus von Kant wird gerühmt,

daß er zuerst die Frage klar gestellt habe: „Wie ist Erkenntniß möglich?" Indem er diese Frage introspectiv zu lösen suchte, durch scharfsinnige Analyse seiner eigenen Vernunft-Thätigkeit, kam er zu der Ueberzeugung, daß die wichtigsten und sichersten aller Erkenntnisse, nämlich die mathematischen, auf synthetischen Urtheilen a priori beruhen, und daß reine Naturwissenschaft nur unter der Bedingung möglich sei, daß es „reine Verstandesbegriffe a priori giebt", unabhängig von aller Erfahrung, ohne Urtheile a posteriori. Kant betrachtete diese höchste Fähigkeit der menschlichen Vernunft als ursprünglich gegeben und frug gar nicht nach ihrer Entwickelung, nach ihrer physiologischen Mechanik und nach deren anatomischem Organ, dem Gehirn. Bei den höchst unvollständigen Kenntnissen, die die menschliche Anatomie noch im Anfang des 19. Jahrhunderts von dem complicirten Wunderbau des Gehirns besaß, konnte man noch keine richtige Vorstellung von seiner physiologischen Function haben.

Was uns heute ontogenetisch als eine „angeborene" Fähigkeit unseres Phronema erscheint, als a priori gegeben — ist ursprünglich phylogenetisch durch eine lange Reihe von Gehirn-Anpassungen unserer Vertebraten-Ahnen erworben worden, durch unzählige Sinneswahrnehmungen und Erfahrungen a posteriori.

Die kritische, vielgerühmte und vielbewunderte Erkenntniß-Theorie von Kant ist demnach ebenso dogmatisch, wie seine Lehre vom „Ding an sich", von jenem unbegreiflichen Wesen, das hinter den Erscheinungen stecken soll. Diesem Dogma liegt die richtige Ansicht zu Grunde, daß unsere, durch die Sinne erworbene Kenntniß unvollständig ist; sie reicht so weit, als die specifische Energie unserer Sinne und die Structur unseres Phronema gestatten. Daraus folgt aber keineswegs, daß sie überhaupt nur trügerischer Schein ist, und am wenigsten, daß die Außenwelt nur in unseren Vorstellungen existirt. Wenn alle gesunden Menschen durch ihren Tastsinn und Raumsinn sich überzeugen, daß der von ihnen berührte Stein einen Theil des Raumes erfüllt, so existirt auch dieser Raum, und wenn alle sehenden Menschen darin übereinstimmen, daß die Sonne jeden Tag über der Erde aufgeht und untergeht, so ist damit die Bewegung eines der beiden Himmelskörper und zugleich die reale Existenz der Zeit bewiesen. Raum und Zeit sind nicht bloß nothwendige „Anschauungsformen" für die menschliche Erkenntniß, sondern zugleich reale Verhältnisse, die ganz unabhängig von der letzteren existiren.

Wunderglaube im 19. Jahrhundert. Die zunehmende Anerkennung der festen Naturgesetze, die mit dem erstaunlichen Wachsthum aller Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert Hand in Hand ging, mußte selbstverständlich den blinden Wunderglauben mehr und mehr zurückdrängen. Wenn derselbe trotzdem auch heute noch in weitesten Kreisen fortbesteht, so erklärt sich dies hauptsächlich aus drei Ursachen: dem fortdauernden Einflusse der dualistischen Metaphysik, der Autorität der herrschenden christlichen Kirche, und endlich dem Glaubenszwange, den der moderne Staat ausübt, indem er sich auf die beiden ersteren stützt. Diese drei mächtigen, mit einander verbündeten Stützen des Wunderglaubens sind so gefährliche Feinde der reinen Vernunft und der von ihr gesuchten Wahrheit, daß wir auf ihre actuelle Bedeutung hier noch ganz besonders hinweisen müssen. Es handelt sich hier thatsächlich um den ernsten Kampf für die heiligsten Güter des Culturmenschen. Der Kampf gegen Aberglauben und Unwissenheit ist „Culturkampf"; unsere moderne Cultur wird aus demselben erst dann siegreich hervorgehen, und wir werden die barbarischen Zustände unseres socialen und politischen Lebens erst dann überwinden, wenn das Licht der wahren Naturerkenntniß mit dem Wunderglauben zugleich die Gewaltherrschaft der dualistischen Vorurtheile zerstört haben wird.

Wunderglaube der modernen Metaphysik. Die merkwürdige Geschichte der Philosophie im 19. Jahrhundert, die von einem unparteiischen und allseitig gebildeten Culturhistoriker erst noch geschrieben werden soll, zeigt uns in erster Linie den stetig zunehmenden Kampf der aufstrebenden jungen Naturwissenschaften gegen die herrschende Macht der Tradition und des Dogma. In der ersten Hälfte desselben entwickelten sich namentlich die einzelnen Zweige der Biologie selbständig, ohne mit der Naturphilosophie in enge directe Berührung zu kommen; der gewaltige Aufschwung der vergleichenden Anatomie und Physiologie, der Entwickelungsgeschichte und Paläontologie, der Zellenlehre und Systematik versorgte die

Naturforscher mit so reichem Beobachtungsmaterial, daß sie auf die speculative Metaphysik nicht viel Werth legten. Anders gestaltete sich ihr Verhältniß in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Bald nach Beginn derselben brach der Kampf um die „Unsterblichkeit der Seele" aus, in welchem Moleschott (1852), Büchner und Carl Vogt (1854) die physiologische Abhängigkeit der Seele vom Gehirn behaupteten, während anderseits Rudolf Wagner die Ansicht der herrschenden Metaphysik von deren übernatürlichem Wesen zu stützen versuchte. Dann bewirkte vor allen Charles Darwin 1859 jene gewaltige Reform der Biologie, die uns über den natürlichen Ursprung der Arten die Augen öffnete und das Schöpfungswunder widerlegte. Als dann durch die Anthropogenie (1874) die Anwendung der Descendenz-Theorie und des biogenetischen Grundgesetzes auf den Menschen gemacht und dessen Entstehung aus einer Reihe anderer Säugethiere nachgewiesen wurde, mußte natürlich der Wunderglaube an die unsterbliche Seele und die Willensfreiheit ebenso seine letzte Stütze verlieren, wie der Glaube an einen anthropomorphen persönlichen Gott. Trotzdem behielten aber diese drei Central-Dogmen ihre Herrschaft in der modernen Schul-Philosophie, die zum weitaus größten Theile sich in den von Kant gewiesenen Bahnen bewegte. Die meisten Vertreter der Philosophie an unsern Universitäten sind noch heute einseitige Metaphysiker und Idealisten, denen die Dichtung der intelligiblen Welt höher steht als die Wahrheit der sensiblen Welt; sie ignoriren die gewaltigen Fortschritte der modernen Biologie und besonders der Entwickelungslehre; die Schwierigkeiten, die letztere ihrem transscendentalen Idealismus entgegenstellen, suchen sie durch Begriffs-Gymnastik und Sophistik zu umgehen. Im Hintergrunde aller dieser metaphysischen Bestrebungen steht nach wie vor der egoistische Wunsch, die persönliche unsterbliche Seele von dem Untergang zu retten. Hierin begegnen sie sich mit der herrschenden Theologie, die sich wiederum auf Kant beruft. Charakteristisch für diesen Zwiespalt ist der

bedauerliche Zustand der modernen Psychologie; während hier die empirische Physiologie und Pathologie des Gehirns die größten Entdeckungen macht, während die vergleichende Anatomie und Histologie des Gehirns dessen complicirten Wunderbau bis in die feinsten Einzelheiten beleuchtet, während Ontogenie und Phylogenie des Gehirns uns dessen natürliche Entstehung aufklären, steht die speculative „Fach-Psychologie" größtentheils abseits und gestattet bei ihren introspectiven Analysen der Gehirnthätigkeit nicht, daß vom Gehirn selbst, also von ihrem Organ, die Rede ist; sie will die Arbeit einer höchst complicirt gebauten Maschine erklären, ohne deren Bau selbst zu kennen. Da ist es denn freilich kein Wunder, wenn auf den Lehrstühlen der Philosophie an unsern Universitäten der dualistische Wunderglaube, durch die Autorität von Kant legitimirt, ebenso fröhlich weiterblüht, wie im Mittelalter.

Wunderglaube der modernen Theologie. Wenn schon die officielle Philosophie, als berufsmäßige Sucherin der Wahrheit und des Naturgesetzes, trotz aller Fortschritte der empirischen Natur-Erkenntniß so im Wunderglauben befangen bleibt, so darf uns das noch weniger von der officiellen Theologie befremden. Allerdings hat auch hier der vordringende Wahrheitssinn vieler unbefangener und ehrlicher Theologen die Schrauben und Fugen des alten ehrwürdigen Dogmen-Gebäudes vielfach gelockert und dem eindringenden Lichte der modernen Naturerkenntniß die Pforten geöffnet. Schon im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts versuchte eine freisinnige Fraction der protestantischen Kirche, sich von den Fesseln des traditionellen Dogma zu befreien und eine Aussöhnung mit der reinen Vernunft zu bewirken; ihr angesehenster Vertreter, Schleiermacher in Berlin, obwohl besonderer Verehrer von Plato und seiner dualistischen Metaphysik, näherte sich doch vielfach dem neueren Pantheismus. Von den nachfolgenden kritischen Theologen, besonders von der „Tübinger Schule" (Baur, Zeller u. A.), wurde die historische Erforschung der Evangelien, ihrer Quellen und ihrer Entwickelung vielfach gefördert

und damit dem christlichen Wunderglauben mehr und mehr Gebiet entzogen. Endlich wies die radicale Kritik von David Friedrich Strauß, dem wahren „Schleierlüfter", in seinem „Leben Jesu" (1835) den mythologischen Charakter des ganzen christlichen Lehrgebäudes nach; in seiner berühmten Schrift über den „Alten und neuen Glauben" (1872) sagte sich dieser ehrliche und geistreiche Theologe endlich völlig von dem Wunderglauben los und erkannte der Naturerkenntniß und der darauf gegründeten monistischen Philosophie das Recht zu, eine naturgemäße Weltanschauung auf dem Boden der kritischen Empirie aufzubauen. Neuerdings hat namentlich Albert Kalthoff sein Werk fortgesetzt. Auch viele Theologen der Neuzeit (wie z. B. Savage, Nippold, Pfleiderer und andere Förderer des liberalen Protestanten-Vereins) sind in verschiedener Weise bemüht, den Anforderungen der fortgeschrittenen Naturerkenntniß bis zu einem gewissen Grade gerecht zu werden, sie mit der Theologie auszusöhnen und sich vom übernatürlichen Wunderglauben abzulösen. Allein diese freisinnigen, auf monistische und pantheistische Weltanschauung gerichteten Bestrebungen bleiben doch immer vereinzelt und ziemlich wirkungslos. Die große Mehrzahl der modernen Theologen hält noch immer an dem traditionellen Dogmen-Gebäude der Kirche fest, dessen Säulen und Fenster überall mit Wundern verziert sind. Während einige liberale Protestanten sich auf die drei Central-Dogmen beschränken, glauben die meisten noch an die vielen Wundersagen und Mythen, mit denen die Evangelien reichlich geschmückt sind. Diese Orthodoxie gewinnt in neuester Zeit um so mehr Ueberhand, je mehr sie von den conservativen oder auch reactionären Tendenzen vieler Regierungen aus politischen Gründen begünstigt wird.

Wunderglaube der modernen Politik. Die Mehrzahl der modernen Staatsregierungen hält an der hergebrachten Verbindung mit der Kirche und an der Ueberzeugung fest, daß der traditionelle Wunderglaube die beste Stütze für ihre eigene gesicherte und ruhige

Existenz bleibe. Thron und Altar sollen sich gegenseitig schützen und stützen. Diese conservative christliche Politik begegnet aber in steigendem Maße zwei Hindernissen: einerseits ist die Hierarchie der Kirche immer bestrebt, ihre geistliche Macht über die weltliche zu stellen und den Staat sich dienstbar zu machen; anderseits giebt das moderne Recht der Volksvertretung in den Parlamenten vielfach Gelegenheit, die Stimme der Vernunft geltend zu machen und die veralteten conservativen Anschauungen durch zeitgemäße Reformen zu ersetzen. Die entscheidenden Herrscher sowohl, als die Unterrichts-Ministerien, deren Einfluß in diesem Kampfe sehr wichtig ist, begünstigen meistens den hergebrachten Kirchenglauben, nicht weil sie von der Wahrheit der Wunder überzeugt sind, sondern weil sie von der Aufklärung den „Umsturz" fürchten, und weil gutgläubige und ungebildete Unterthanen leichter und bequemer zu regieren sind, als aufgeklärte und selbständig denkende Staatsbürger. So hören wir denn in neuester Zeit wieder bei den verschiedensten Gelegenheiten, in Thronreden und Tischreden, bei Fahnenweihen und Denkmalseinweihungen, von einflußreichen und talentvollen Rednern den Werth des Glaubens preisen; im Kampfe zwischen Wissen und Glauben verdiene der letztere den Vorzug. Dabei tritt denn bei hochstehenden Culturvölkern (z. B. in Preußen) die paradoxe Erscheinung zu Tage, daß einerseits mit Nachdruck die moderne Naturwissenschaft und Technik gefördert wird, anderseits die orthodoxe Kirche, die deren natürlicher Todfeind ist. Gewöhnlich wird in jenen vielbeliebten Festreden nicht näher angegeben, auf wie viele und welche „Wunder" sich der anbefohlene Glaube erstrecken soll. Indessen können wir bei weiterem Fortschreiten der Reaction auf dem Gebiete des höheren Geisteslebens in Deutschland es wohl noch erleben, daß wenigstens für die Priester, Lehrer und andere Staatsbeamten gesetzlich bestimmt wird, ob sie bloß an die drei großen Central-Mysterien glauben sollen: den dreieinigen persönlichen Gott des Katechismus, die Unsterblichkeit der persönlichen Seele und die absolute Freiheit des menschlichen

Willens — oder auch an die zahlreichen anderen Wunder, von denen uns die Evangelien, die heiligen Legenden und die ultramontanen Tagesblätter der Gegenwart erzählen.

Wunderglaube des Spiritismus. Der verfeinerte Wunderglaube in der praktischen Philosophie von Kant nahm bei seinen Nachfolgern, den Neokantianern, sehr verschiedene Formen an, bald in engerer, bald in weiterer Anlehnung an den herrschenden Kirchenglauben. Durch eine lange Stufenleiter von Variationen, die bis heute in Bewegung sich erhalten, geht er unmerklich in jene gröberen Formen des Aberglaubens über, die als Spiritismus noch gegenwärtig eine große Rolle spielen und die den Grund zu den sogenannten Geheimwissenschaften legten (Occultismus). Kant selbst besaß, trotz seines ungemein klaren und scharfen Kriticismus, einen starken Hang zur Mystik und zum positiven Dogmatismus, der besonders im späteren Alter mehr hervortrat; er fand den Gedanken von Swedenborg, daß die Geisterwelt ein besonderes reales Universum ausmache, sehr erhaben und verglich sie seinem mundus **intelligibilis.** Unter den Natur-Philosophen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts haben namentlich Schelling (in seinen späteren Schriften), Schubert (in seiner „Geschichte der Seele" und „Ansichten von der Nachtseite der Naturwissenschaft") und Perty (in seiner mystischen Anthropologie) die geheimnißvollen „Lebenswunder" der Geistesthätigkeit erörtert und sie einerseits mit physiologischen Functionen des Gehirns, anderseits mit übernatürlichen Geistererscheinungen zu verbinden gesucht. Dieser neuere „Geisterspuk" hat denselben Werth, wie im Mittelalter die Magie und Kabbala, Astrologie und Nekromantie, Traumdeutung und Teufelsbeschwörung.

Auf derselben Stufe des unvernünftigen Aberglaubens steht der moderne Spiritismus und Occultismus, der in zahlreichen Büchern und Zeitschriften seine Vertretung findet. Immer noch giebt es unter den „Gebildeten" der Culturländer Tausende von Gläubigen, die sich durch die Taschenspieler-Kunststücke der

Spiritisten und ihrer Medien täuschen lassen und gern das „Unglaubliche“ glauben; das Geisterklopfen, das Tischrücken, das Schreiben des „Psychographen“, die „Materialisation“ von Geistern Verstorbener, ja sogar das Photographiren von solchen, findet nicht nur in der urtheilslosen ungebildeten Masse, sondern sogar in den höchsten Kreisen der Gebildeten, ja selbst bei einzelnen phantasiereichen Naturforschern Glauben. Vergebens ist durch zahlreiche unbefangene Beobachtungen und Versuche dargethan, daß dieser ganze Occultisten-Unfug theils auf bewußtem Betrug, theils auf kritikloser Selbsttäuschung beruht; das alte Sprichwort behält Recht: Mundus vult decipi, die Welt will betrogen sein. Besonders gefährlich wird dieser spiritistische Schwindel dann, wenn er sich in das Gewand der Naturwissenschaft kleidet, die physiologischen Phänomene des Hypnotismus für sich ausnützt, ja sogar den Mantel des Monismus umhängt. So hat z. B. einer der beliebtesten und gewandtesten occultistischen Schriftsteller, Karl du Prel, nicht nur eine „Philosophie der Mystik und Studien aus dem Gebiete der Geheimwissenschaften“ geschrieben, sondern auch (1888) eine „monistische Seelenlehre“, die von Anfang bis zu Ende mystisch und dualistisch ist. Reiche Phantasie und glänzende Darstellung verbinden sich in diesen weitverbreiteten Schriften mit dem auffälligsten Mangel an Kritik und an gründlichen biologischen Kenntnissen (vergl. „Welträthsel“ Kap. 16). Es scheint, daß auch bei den meisten „Gebildeten“ der Gegenwart die erbliche Anlage zum Mysticismus und Aberglauben nicht auszurotten ist; sie erklärt sich phylogenetisch durch unsere Abstammung von prähistorischen Barbaren und Naturmenschen, bei denen die Anfänge religiöser Vorstellungen noch ganz von Animismus und Fetischismus beherrscht waren.

Viertes Kapitel.

Lebenskunde.

Biologische Naturphilosophie. Monismus und Dualismus. Richtungen und Zweige der Biologie.

„Es ist unbedingtes Erforderniß für den Fortschritt jeder Wissenschaft, daß die Specialarbeit das allgemeine Ziel, die große Aufgabe fest im Auge behält, damit eine planmäßige methodische Forschung entsteht. Das ist nur möglich, wenn der Forscher von einem höheren Standpunkt einen Ueberblick über das Gebiet besitzt, eine Landkarte, auf welcher die kleinen, unbedeutenden Gegenstände verschwinden, auf der in großen Zügen nur die wichtigen und bedeutungsvollen Thatsachen, Anschauungen, Probleme scharf zu einem Gesammtbilde zusammentreten. Eine solche Uebersicht braucht nicht allein der einzelne Forscher, es verlangt sie jeder Gebildete."

Max Verworn (1894).

„Von Tag zu Tag mehren sich die Zeichen der Sehnsucht und des Bedürfnisses nach einer weitausgreifenden Zusammenfassung des ungeheuren empirischen Materials, das sich in der Physiologie nnd in den anderen Specialgebieten der Biologie in den letzten Jahrzehnten angesammelt hat. Es ist jetzt die Zeit gekommen, die allgemeine Energetik der Lebenserscheinungen im Zusammenhang darzustellen."

Max Kassowitz (1898).

Inhalt des vierten Kapitels.

Aufgabe der Biologie. Verhältniß zu den übrigen Wissenschaften. Allgemeine und besondere Biologie. Naturphilosophie. Monismus: Hylozoismus, Materialismus, Dynamismus (Energetik). Naturalismus. Natur und Geist. Physik. Metaphysik. Dualismus. Freiheit und Naturgesetz. Gott in der Biologie. Realismus. Idealismus. Zweige der Lebenskunde. Morphologie und Physiologie. Anatomie und Biogenie. Ergologie und Perilogie.

Literatur.

Reinhold Treviranus, 1802. Biologie oder Philosophie der lebenden Natur. (6 Bände.) Göttingen.

Johannes Müller, 1833. Handbuch der Physiologie des Menschen. 2 Bände. 4. Aufl., 1844. Coblenz.

Matthias Schleiden, 1844. Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 3. Aufl., 1849. Leipzig.

Herbert Spencer, 1865. Principien der Biologie. 2 Bde. 4. Aufl., 1894. Stuttgart.

Ernst Haeckel, 1866. Allgemeine Untersuchungen über die Natur und erste Entstehung der Organismen und ihr Verhältniß zu den Anorganen. II. Buch der Generellen Morphologie. Berlin.

Derselbe, 1878. Biologische Studien. 1. Studien über Moneren. II. Studien zur Gasträa-Theorie, 1873. Jena.

Claude Bernard, 1870. Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et les végétaux. Paris.

Max Verworn, 1894. Allgemeine Physiologie. Ein Grundriß der Lehre vom Leben. 4. Aufl., 1904.

Julius Wiesner, 1902. Biologie der Pflanzen. Wien.

Max Kassowitz, 1899. Allgemeine Biologie. 3 Bände. Wien.

Johannes Reinke, 1901. Einleitung in die theoretische Biologie. Berlin.

Franceschini, 1892. Die Biologie als selbständige Wissenschaft. Leipzig.

Ernst Haeckel, 1869. Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie. Gemeinverständliche Vorträge. Band 11, Bonn.

Erdmann, 1887. Geschichte der Entwickelung der Methodik der biologischen Naturwissenschaften.

Rudolf Eisler, 1899. Wörterbuch der philosophischen Begriffe und Ausdrücke. Berlin.

Biologisches Centralblatt. 24 Bände, 1881—1904. Leipzig.

Das unermeßliche Gebiet der Wissenschaft hat sich im Laufe des 19. Jahrhunderts erstaunlich erweitert; zahlreiche neue Zweige der Naturwissenschaft sind zu selbständiger Geltung gelangt; viele neue und äußerst fruchtbare Methoden der Forschung sind erfunden und mit größtem Erfolge praktisch für die Fortschritte unseres modernen Culturlebens verwerthet worden. Aber diese gewaltige Ausdehnung des Wissensgebietes hat auch ihre Schattenseiten gehabt; die weitgehende unvermeidliche Arbeitstheilung hat zu einseitiger Ausbildung des Specialismus in vielen kleinen Gebietstheilen geführt; darüber ist der natürliche Zusammenhang der einzelnen Wissenszweige und ihr Verhältniß zum einheitlichen Ganzen vielfach gelockert oder selbst verloren worden. Zahlreiche neue Begriffe, die in den verschiedenen Zweigen der Wissenschaft von einseitig gebildeten Vertretern derselben in verschiedenem Sinne gebraucht werden, haben vielfach Anlaß zu Mißverständnissen und Verwirrung gegeben. Das ungeheure Gebäude der Naturerkenntniß droht mehr und mehr zu einem babylonischen Thurm zu werden, in dessen verwickelten Labyrinthgängen sich kaum Jemand zurecht findet und fast Niemand mehr die Sprache vieler anderen Arbeiter versteht. Unter diesen Umständen erscheint es wichtig, im Beginn unserer philosophischen Studien über die „Lebenswunder“ unsere Aufgabe klar in's Auge zu fassen; wir müssen die Stellung der Lebenskunde oder Biologie zu den übrigen Wissenschaften sowie das Verhältniß ihrer Zweige zu einander und zu den verschiedenen Richtungen der Philosophie scharf bestimmen.

Begriff der Biologie. Als Lebenskunde im weitesten Sinne, wie wir sie verstehen, umfaßt die Biologie die Gesammtwissenschaft von den Organismen oder lebendigen Naturkörpern. Es gehören also dazu nach dem Umfang des Gebiets nicht nur Botanik (als Pflanzenkunde) und Zoologie (als Thierkunde), sondern auch die Anthropologie (als Menschenkunde) mit allen ihren Zweigen. Der Biologie gegenüber steht dann auf der anderen Seite die Gesammtwissenschaft von den Anorganen oder den „leblosen" Naturkörpern, die Abiotik oder Abiologie (auch Anorgologie oder Anorganologie genannt); dazu gehören: Astronomie, Geologie, Mineralogie, Hydrologie u. s. w. Die Scheidung dieser beiden Hauptgebiete der Naturkunde erscheint insofern leicht, als der Begriff des Lebens physiologisch durch seinen Stoffwechsel, chemisch durch sein Plasma scharf charakterisirt ist; indessen werden wir uns bei unbefangener Betrachtung der Urzeugung (Kapitel 15) überzeugen, daß jene Zweitheilung keine absolute ist, und daß das organische Leben aus der anorganischen Natur entsprungen ist; mithin sind Biologie und Abiotik zwei zusammenhängende Theile der Kosmologie, der Weltkunde.

Während jetzt in den meisten wissenschaftlichen Werken der Begriff der Biologie nur in diesem weitesten Sinne gebraucht wird und das Gesammtgebiet der lebendigen Natur umfaßt, hat sich vielfach (besonders in Deutschland) noch eine engere Verwendung dieses Begriffes daneben erhalten. Viele Autoren (besonders Physiologen) verstehen darunter einen Theil der Physiologie, nämlich die Wissenschaft von den Beziehungen der lebendigen Organismen zur Außenwelt, von ihrem Wohnort, ihren Lebensgewohnheiten und Lebensgenossen, Feinden, Parasiten u. s. w. Ich habe schon vor langer Zeit (1866) vorgeschlagen, diesen bebesonderen Zweig der Biologie als Oekologie (Haushaltslehre) oder Bionomie zu bezeichnen; 20 Jahre später haben Andere dafür den Namen Ethologie verwendet. Diese specielle Disciplin jetzt noch als Biologie im engeren Sinne zu bezeichnen, ist ganz un-

statthaft, weil dieser Begriff die einzige Bezeichnung für das Gesammtgebiet der organischen Naturwissenschaft darstellt.

Allgemeine und besondere Biologie. Wie in jeder anderen Wissenschaft, so kann auch in der Biologie ein genereller und ein specieller Theil unterschieden werden. Die generelle Biologie umfaßt alle allgemeinen Erkenntnisse von der lebendigen Natur; sie ist der Gegenstand unserer philosophischen Studien über die „Lebenswunder". Wir können sie auch als biologische Philosophie bezeichnen, da die Aufgabe der echten und reinen Philosophie nichts Anderes sein kann als die einheitliche Zusammenfassung und vernunftgemäße Erklärung aller allgemeinen Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung. Die unzähligen einzelnen Kenntnisse der Thatsachen, die durch Beobachtung und Experiment gewonnen werden, und die in der Philosophie zu einem Gesammtbilde der Welt vereinigt werden, sind Gegenstand der Erfahrungswissenschaft (Empirie). Da diese letztere im Gebiete der organischen Welt als biologische Empirie das nächste Object der Lebenskunde bildet und im System der Naturkörper eine logische Anordnung und übersichtliche Gruppirung der unzähligen besonderen Lebensformen anstrebt, wird diese specielle Biologie auch oft schlechtweg als Systematik bezeichnet.

Biologische Naturphilosophie. Die ersten umfassenden Versuche, das reiche Material biologischer Thatsachen, das die systematische Naturforschung des 18. Jahrhunderts gesammelt hatte, in einem einheitlichen Bilde zusammenzufassen, machte die sogenannte „ältere Naturphilosophie" im Beginn des 19. Jahrhunderts. Schon 1802 hatte Reinhold Treviranus (in Bremen) in seiner „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur" einen gedankenreichen Anlauf zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe in monistischem Sinne gemacht. Besonders wichtig wurde dafür das Jahr 1809, in welchem Jean Lamarck (in Paris) seine Philosophie Zoologique und Lorenz Oken (in Jena) sein Lehrbuch der Naturphilosophie veröffentlichte. Die Verdienste von Lamarck, dem eigentlichen Begründer

der Descendenz-Theorie, habe ich in früheren Schriften ausführlich gewürdigt*). Dort habe ich auch der bedeutenden Verdienste von Lorenz Oken gedacht, der nicht allein in seiner großen „Allgemeinen Naturgeschichte" Interesse für diese Wissenschaft in weitesten Kreisen erweckte, sondern auch viele allgemeine Gedanken von hohem Werthe aussprach. Seine „berüchtigte" Lehre vom Urschleim und von den daraus gebildeten „Infusorien" ist nichts Anderes als der Grundgedanke der Protoplasma- und Zellen-Theorie, der erst viel später die verdiente Anerkennung fand. Diese und andere Verdienste der älteren Naturphilosophie wurden theils ignorirt, theils übersehen, weil ihr hoher Gedankenflug weit über den Horizont der damaligen empirischen Naturforschung sich erhob und theilweise in phantastischen und luftigen Speculationen sich verirrte. Je beschränkter im folgenden halben Jahrhundert der Empirismus sich entwickelte, je mehr die genaue Beobachtung und Beschreibung aller einzelnen Erscheinungen die Naturforscher beschäftigte, desto mehr gewöhnte man sich daran, auf alle Natur-Philosophie mit Verachtung herabzusehen. Das Paradoxeste dabei war, daß man gleichzeitig die rein speculative Philosophie, die idealistische Metaphysik, gelten ließ und ihre Luftschlösser, denen alle biologischen Fundamente fehlten, bewunderte.

Die großartige Reform der Biologie, die 1859 Charles Darwin durch sein epochemachendes Werk über den Ursprung der Arten hervorrief, gab den Anstoß zu einem mächtigen neuen Aufschwung der Naturphilosophie. Da in diesem Werk nicht allein das reiche Material der inzwischen gesammelten Thatsachen zum Beweise der Descendenz-Theorie verwerthet, sondern ihr auch durch die Selections-Theorie (den eigentlichen Darwinismus) ein neues Fundament gegeben wurde, drängte Alles dazu, die neue damit gewonnene Naturauffassung in einem monistischen

*) Generelle Morphologie, 1866; Natürliche Schöpfungsgeschichte, 1868 (10. Aufl., 1902); Anthropogenie, 1874 (5. Aufl., 1903).

Weltbilde einheitlich darzustellen. Den ersten Versuch dazu machte ich 1866 in meiner „Generellen Morphologie"; da dieselbe unter den zunächst interessirten Fachgenossen sehr wenig Anklang fand, unternahm ich es in der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" (1868), ihre Grundgedanken einem größeren Leserkreise zugänglich zu machen. Der ansehnliche Erfolg dieses Buches (von dem 1902 die zehnte Auflage erschien) ermuthigte mich, am Schlusse des 19. Jahrhunderts die allgemeinen Hauptsätze meiner monistischen Philosophie in dem Buche über die „Welträthsel" zusammenzufassen. Gleichzeitig (1899) erschien das Buch des Kieler Botanikers Johannes Reinke: „Die Welt als That, Umrisse einer Weltansicht auf naturwissenschaftlicher Grundlage"; zwei Jahre später ließ derselbe als Ergänzung seine „Einleitung in die theoretische Biologie" folgen. Da Reinke alle allgemeinen Probleme der Naturphilosophie von einem völlig mystischen und dualistischen Standpunkte behandelt, steht er in principiellem Gegensatze zu meinem naturalistischen und monistischen Standpunkte.

Monismus. Die Geschichte der Philosophie schildert uns eine unendliche Mannigfaltigkeit verschiedener Vorstellungen, die sich der denkende Mensch seit drei Jahrtausenden über das Wesen der Welt und ihre Erscheinungen gebildet hat. Eine gründliche und unbefangene Darstellung dieser zahlreichen Formen der Weltanschauung hat Ueberweg in seinem trefflichen Grundriß der Geschichte der Philosophie gegeben (9. Aufl., bearbeitet von Max Heinze, 1903). Einen klaren und übersichtlichen „Tabellarisch-schematischen Grundriß" derselben hat Fritz Schultze auf 30 Tafeln in seinem Stammbaum der Philosophie veröffentlicht und dabei die Phylogenie der Ideen im Zusammenhang dargestellt (2. Aufl., 1899). Wenn wir diese gewaltige Schaar philosophischer Systeme von allgemeinstem Standpunkte unserer Biologie überschauen, können wir sie alle auf zwei verschiedene Gruppen vertheilen. Die erste, kleinere, Gruppe umfaßt die monistische Philosophie, die alle Welt-Erscheinungen auf ein einziges gemein-

sames Princip zurückführt. Die zweite, größere Gruppe, zu der die große Mehrzahl aller philosophischen Systeme gehört, bildet die dualistische Philosophie, nach deren Ansicht es zwei ganz verschiedene Principien im Universum giebt; bald werden diese als „Gott und Welt“ gegenüber gestellt, bald als Geisteswelt und Körperwelt, bald als Geist und Natur u. s. w. Dieser Gegensatz des Monismus und Dualismus ist nach meiner Ansicht der wichtigste in der ganzen Geschichte der Philosophie; alle anderen Formen der Weltanschauung lassen sich als Variationen auf einen von beiden zurückführen — oder auf eine Mischung von beiden, die bald mehr, bald weniger unklar ist.

Hylozoismus (oder Hylonismus). Diejenige Form des Monismus, die ich für den vollkommensten Ausdruck der universalen Wahrheit halte und seit 38 Jahren in den angeführten Schriften vertrete, wird jetzt meistens als Hylozoismus bezeichnet. Dieser Begriff drückt aus, daß die Substanz zwei Grundeigenschaften oder Attribute besitzt: als Stoff oder Materie erfüllt sie den Raum; als Kraft oder Geist besitzt sie Empfindung (vergl. Kap. 19). Spinoza, der in seiner Identitäts-Philosophie diesem Grundgedanken den vollkommensten Ausdruck gegeben und den Begriff der Substanz (— als allumfassendes Weltwesen —) am reinsten aufgefaßt hat, schreibt derselben allgemein zwei wesentliche Attribute zu: Ausdehnung und Denken. Der Begriff der Ausdehnung (Extensio) ist gleichbedeutend mit dem realen Raum (Materie), der Begriff des Denkens (Cogitatio) mit dem der (unbewußten) Empfindung; man darf letztere nicht schlechthin mit dem (bewußten und intelligenten) Denken des Menschen verwechseln; dieser Intellect ist nur ein besonderer Modus des „Denkens“ der höheren Thiere und des Menschen. Wenn Spinoza seine Substanz mit der Natur und mit Gott identificirt (Deus sive natura), und wenn man seinen Monismus deshalb auch Pantheismus nennt, so ist dabei selbstverständlich der Anthropismus des persönlichen Gottes-Begriffes ausgeschlossen.

Materialismus. Ein großer Teil der grenzenlosen Verwirrung, die der Kampf der Philosophen um ihre Systeme zeigt, rührt von der Unklarheit und Vieldeutigkeit vieler Grundbegriffe her. Die Begriffe von Substanz und Gott, von Seele und Geist, von Empfindung und Materie werden in der verschiedensten Bedeutung gebraucht und verwechselt. Ganz besonders gilt dies vom Materialismus, der häufig mit unserem Monismus schlechthin als gleichbedeutend gesetzt und verworfen wird. Die moralische Abneigung, die der Idealismus gegen den praktischen Materialismus, d. h. gegen reinen Egoismus im Sinnengenuß, hegt, wird ohne Weiteres auf den theoretischen Materialismus übertragen, der gar nichts damit zu thun hat; und die Vorwürfe, die man gegen den ersteren mit Recht erhebt, werden ohne jede Berechtigung auch dem letzteren zugewendet. Es ist daher sehr wichtig, diese verschiedenen Begriffe des Materialismus scharf auseinander zu halten.

Theoretischer Materialismus (Hylonismus). Diese Form realistischer Weltbetrachtung hat als monistische Philosophie insofern Recht, als sie „Kraft und Stoff" als untrennbar verbunden betrachtet und die Existenz immaterieller Kräfte leugnet. Sie hat aber dann Unrecht, wenn sie dem Stoff alle Empfindung abspricht und die actuelle Energie als eine Function der todten Materie ansieht. So ließen schon im Alterthum Demokritos und Lucretius alle Erscheinungen aus der Bewegung todter Atome hervorgehen, ebenso im 18. Jahrhundert Holbach und Lamettrie. Diese Ansicht wird auch gegenwärtig von den meisten Physikern und Chemikern festgehalten; sie betrachten die Massenanziehung (Gravitation) und die Wahlverwandtschaft (Chemismus) als reine Mechanik der Atome und diese als allgemeinen Urgrund aller Erscheinungen; sie wollen aber nicht zugeben, daß jene Bewegungen nothwendig eine Art (unbewußter) Empfindung voraussetzen. In eingehenden Gesprächen mit hervorragenden Physikern und Chemikern habe ich mich oft überzeugt, daß sie von einer solchen „Beseelung" der Atome nichts wissen

wollen. Nach meiner Ueberzeugung ist dieselbe eine nothwendige Annahme für die Erklärung der einfachsten physikalischen und chemischen Processe; selbstverständlich darf man dabei nicht an die hochentwickelte Seelenthätigkeit des Menschen und der höheren Thiere denken, die oft mit Bewußtsein verknüpft ist; vielmehr müssen wir auf der langen Stufenleiter in der Entwickelung der letzteren hinab bis zu den einfachsten Protisten steigen, bis zu den Moneren (Kapitel 9). Die Beseelung dieser homogenen Plasmakugeln (z. B. Chromaceen) erhebt sich nur wenig über diejenige der Krystalle, und wie bei der chemischen Synthese der Moneren, so muß man auch bei der Krystallisation einen niederen Grad von Empfindung (— nicht von Bewußtsein! —) nothwendig annehmen, um die gesetzmäßige Anordnung der beweglichen Molecüle zu einem Gebilde von bestimmter Form zu erklären.

Praktischer Materialismus (Hedonismus). Die Abneigung, die gegen den theoretischen Materialismus (als den einseitig stofflichen Monismus) noch heute in weiten Kreisen besteht, rührt theils davon her, daß er die drei beliebten Central-Dogmen der dualistischen Metaphysik nicht anerkennt, theils davon, daß man ihn unberechtigter Weise mit dem Hedonismus verwechselt. Dieser praktische Materialismus sucht in seiner extremsten Form (— wie ihn im Alterthum Aristippus von Kyrene und seine kyreneische Schule, später Epikur vertrat —) den Genuß als höchstes oder einziges Lebensziel, bald mehr den gröberen Sinnengenuß, bald mehr den höheren geistigen Genuß. Bis zu einem gewissen Grade ist dieses Streben nach Glück, nach einem angenehmen und genußreichen Leben, jedem Menschen, wie jedem höheren Thier, angeboren und daher berechtigt; als verwerflich und sündhaft wurde es erst getadelt, seitdem das Christenthum den Blick der Menschen auf das ewige Leben lenkte und ihre irdische Existenz als Vorbereitung zum Himmel gering schätzen lehrte. Daß diese Askese unberechtigt und widernatürlich ist, werden wir später sehen, wenn wir den Werth des Lebens untersuchen (Kap. 17).

Aber wie jeder berechtigte Genuß durch Uebertreibung zum Fehler, jede Tugend zum Laster werden kann, so ist auch der einseitige Hedonismus ethisch zu verwerfen, besonders wenn er sich mit reinem Egoismus verknüpft. Es ist jedoch sehr zu betonen, daß gerade diese verwerfliche Genußsucht sich durchaus nicht an den Hylonismus knüpft, dagegen sehr häufig umgekehrt bei den Vertretern des Idealismus findet. Viele überzeugte Anhänger des theoretischen Materialismus (z. B. zahlreiche Naturforscher und Aerzte) führen eine einfache und tadellose Lebensweise und sind materiellen Genüssen abgeneigt. Umgekehrt sind viele Priester, Theologen und Ideal-Philosophen, die den theoretischen Idealismus predigen, in praktischer Beziehung ausgeprägte Hedonisten; schon im Alterthum dienten viele Tempel gleichzeitig zur theoretischen Verehrung der Götter und zu praktischen Excessen in vino et venere; im Mittelalter gab die luxuriöse und oft lasterhafte Lebensweise des höheren Klerus (z. B. in Rom) jener antiken Genußsucht nichts nach. Diese paradoxe Erscheinung erklärt sich aus dem besonderen Kitzel, den gerade der verbotene Genuß gewährt. Es ist aber völlig falsch, den berechtigten Abscheu gegen den excessiven und egoistischen Hedonismus auf den theoretischen Materialismus und weiterhin auf den Monismus überhaupt zu übertragen. Ebenso unberechtigt ist die falsche, noch heute weitverbreitete Geringschätzung der Materie als solcher, gegenüber der hohen Werthschätzung des Geistes. Die unbefangene Biologie der Neuzeit hat uns gelehrt, daß dieser sogenannte „Geist" — wie schon Goethe sagte — mit der Materie untrennbar verknüpft ist. Die reine Erfahrung hat uns bisher keinen Geist außerhalb der Materie kennen gelehrt.

Energetik (Dynamismus). Ebenso einseitig, wie der reine Materialismus, ist auf der anderen Seite der reine Dynamismus, der sich neuerdings Energetik (— oft auch Spiritualismus —) nennt. Wie der erstere nur das eine Attribut der Substanz, den Stoff, zur Grundursache der Erscheinungen erhebt,

so der andere das zweite Attribut, die Kraft. Von den älteren deutschen Philosophen hatte diese dynamische Weltanschauung am consequentesten Leibniz entwickelt; neuerdings theilweise Fechner und Zöllner. In neuester Zeit hat sie besonders Wilhelm Ostwald in seiner „Naturphilosophie" (1902) ausgebaut. Dieses Werk ist rein monistisch und sucht mit großem Geschick darzuthun, daß in der Gesammtnatur, ebenso der organischen, wie der anorgischen, überall dieselben Kräfte wirksam sind, die sich sämmtlich dem Universal-Begriff der Energie unterordnen. Besonders zu loben ist, daß Ostwald auch die höchsten Leistungen des Menschengeistes, Bewußtsein, Denken, Fühlen und Wollen, ebenso auf besondere Formen der Energie (oder „Naturkraft") zurückführt, wie die einfachsten physikalischen und chemischen Erscheinungen (Wärme, Elektricität, Chemismus). Dagegen irrt der Leipziger Naturphilosoph in der Annahme, daß seine Energetik eine vollkommen neue Weltanschauung darstellt, denn die Grundgedanken derselben sind bereits in dem Dynamismus von Leibniz enthalten, und auch andere Leipziger Naturphilosophen, namentlich Fechner und Zöllner, hatten sich vielfach ähnlichen spiritualistischen Anschauungen genähert; bei Letzterem gingen sie schließlich in reinen Spiritismus über. Der Grundfehler von Ostwald besteht aber darin, daß er die Begriffe von Energie und Substanz verwechselt. Offenbar ist seine universale, Alles schaffende Energie begrifflich in der Hauptsache dasselbe, wie die Substanz von Spinoza, die auch wir für unser „Substanz-Gesetz" acceptirt haben. Allerdings will Ostwald die Substanz des Attributes Materie ganz entkleiden und rühmt sich seiner „Ueberwindung des Materialismus" (1895); er will bloß das andere Attribut, die Energie, gelten lassen und alle Stoffe auf immaterielle Kraftpunkte zurückführen. Allein als Chemiker und Physiker wird er trotzdem die raumerfüllende Substanz — und das allein ist sie als „Materie" — nie los und muß sie als „Träger der Energie" tagtäglich ebenso behandeln und praktisch

verwerthen, wie ihre einzelnen Theilchen, die physikalischen Molecüle und die chemischen Atome (— wenn auch nur als Symbole gedacht! —). Auch diese verwirft Ostwald, weil er nach dem unerreichbaren Phantom einer sogenannten „hypothesenfreien Wissenschaft“ strebt. Thatsächlich ist er zur Annahme und täglichen praktischen Anwendung der unentbehrlichen Begriffe der Materie — und ihrer „discreten Theilchen“, der Molecüle und Atome — geradeso gezwungen, wie jeder andere exakte Naturforscher. Ohne Hypothese ist Erkenntnis nicht möglich!

Naturalismus. Unser Monismus findet im Hylozoismus den vollkommensten Ausdruck insofern, als er die Gegensätze des Materialismus und Spiritualismus (oder Mechanismus und Dynamismus) in sich aufhebt und zu einer naturgemäßen harmonischen Weltanschauung verbindet. Man hat diesem consequenten, von uns vertretenen Monismus zum Vorwurfe gemacht, daß er auf den reinen Naturalismus hinauslaufe, und einer seiner heftigsten Gegner, Friedrich Paulsen, hält diesen Vorwurf für so schwerwiegend, daß er in seiner Philosophia militans unseren kritischen Naturalismus für ebenso schädlich und verwerflich erklärt, wie den dogmatischen Klerikalismus. Es ist daher zweckmäßig, hier auf den vieldeutigen Begriff des Naturalismus kurz einzugehen und festzustellen, in welchem Sinne wir denselben annehmen und mit unserem Monismus identificiren können. Als Grundlage dieser Annahme halten wir unsere monistische Anthropogenie fest, die unbefangene, durch alle Zweige der anthropologischen Forschung bestätigte Auffassung von der „Stellung des Menschen in der Natur“, die wir im ersten Theile der „Wl.“ (Kap. 2—5) begründet haben. Der Mensch ist ein reines Naturwesen, und zwar ein placentales Säugethier aus der Primaten-Ordnung; er hat sich erst spät im Laufe der Tertiärzeit aus einer Reihe niederer Primaten (— zunächst Menschenaffen, früher Hundsaffen und Halbaffen —) phylogenetisch entwickelt; der rohe Naturmensch, wie er uns noch heute im Vedda und Australneger ent-

gegentritt, steht in psychologischer Beziehung dem Affen näher als dem hochentwickelten Culturmenschen.

Anthropologie und Zoologie. Die Menschenkunde (im weitesten Sinne genommen!) ist somit nur ein Specialzweig der Thierkunde, dem wir wegen seiner außerordentlichen Bedeutung eine besondere Stellung einräumen. Demnach sind auch alle Wissenschaften, die den Menschen und seine Seelenthätigkeit betreffen, — insbesondere die sogenannten „Geisteswissenschaften" — vom höheren monistischen Standpunkte aus besondere Specialzweige der Zoologie, mithin als Naturwissenschaften zu beurtheilen. Die Psychologie des Menschen ist untrennbar mit der vergleichenden Psychologie der Thiere, und diese mit derjenigen der Pflanzen und Protisten verknüpft. Die Sprachwissenschaft untersucht in der Sprache des Menschen eine complicirte Naturerscheinung, die ebenso auf der combinirten Thätigkeit der Gehirnzellen des Phronema, der Muskeln der Zunge und der Stimmbänder des Kehlkopfes beruht, wie die Stimme der Säugethiere und der Gesang der Vögel. Die Völkergeschichte (— die wir in unserer komischen anthropocentrischen Einbildung „Weltgeschichte" zu nennen belieben —) und ihr höchster Zweig, die Culturgeschichte, schließt sich durch die moderne Vorgeschichte des Menschen, die prähistorische Forschung, unmittelbar an die Stammesgeschichte der Primaten und der übrigen Säugethiere, weiterhin an die Phylogenie der niederen Wirbelthiere an. So finden wir bei unbefangener Betrachtung kein einziges Gebiet menschlicher Wissenschaft, das den Rahmen der Naturwissenschaft (im weitesten Sinne!) überschreitet, so wenig als der Natur selbst ein „Uebernatürliches" gegenübersteht.

Natur (Physis). Wie unser Monismus als Naturalismus oder Naturphilosophie das Gesammtgebiet der Wissenschaft, so umspannt nach unserer Ansicht der Begriff der Natur die gesammte, wissenschaftlich erkennbare Welt. In dem streng monistischen Sinne von Spinoza fallen für uns die Begriffe von Gott und Natur zusammen (Deus sive Natura). Ob es jenseits der

Natur ein Gebiet des „Uebernatürlichen" oder ein „Geisterreich" giebt, wissen wir nicht. Alles, was darüber in religiösen Mythen und Sagen, in metaphysischen Speculationen und Dogmen behauptet wird, beruht auf Dichtung und ist ein Product der Phantasie. Unsere Einbildungskraft strebt beim höheren Culturmenschen in Kunst und Wissenschaft nach der Production einheitlicher Gebilde, und wenn sie bei deren Herstellung durch Associon von Vorstellungen auf Lücken stößt, so sucht sie diese durch Neubildungen auszufüllen. Solche selbständige, die Lücken der Vorstellungskreise ergänzende Producte des Phronema nennen wir Hypothesen, wenn sie mit den erfahrungsmäßig festgestellten Thatsachen logisch vereinbar sind, dagegen Mythen, wenn sie diesen Thatsachen widersprechen; dies ist der Fall bei den religiösen Mythen, den Wundern u. s. w. (Vergl. Kap. 3.) Wenn man den Geist der Natur gegenüberstellt, so beruht dies meistens auf derartigem Wunderglauben (Animismus, Spiritismus u. s. w.). Wenn man hingegen vom Geist des Menschen als einer höheren Seelenthätigkeit spricht, so versteht man darunter eine besondere physiologische Function des Gehirns, und zwar desjenigen Gebietes der Großhirnrinde, das wir als Phronema oder Denkorgan bezeichnen (Kap. 1). Auch diese „höhere Geistesthätigkeit" ist eine Naturerscheinung, und gleich allen anderen Erscheinungen dem Substanz-Gesetz unterworfen. Das alte lateinische Wort Natura (von Nasci = Entstehen, Geborenwerden) bezeichnet ebenso wie das gleichbedeutende griechische Wort Physis (von Phyo = Entstehen, Wachsen) das Wesen der Welt als ewiges „Werden und Vergehen" — ein tiefsinniger Gedanke! Physik, die Wissenschaft von der Physis, ist daher im weitesten Sinne überhaupt „Naturwissenschaft".

Physik. Die weitgehende Arbeitstheilung in der Wissenschaft, die durch das gewaltige Anwachsen der Naturerkenntniß im 19. Jahrhundert und die Entstehung zahlreicher neuer Disciplinen bedingt wurde, hat vielfach die Stellung derselben zu einander und zum Ganzen verändert und auch den Begriffen einen anderen Inhalt

und Umfang beigelegt. Demnach versteht man unter Physik, wie sie jetzt als ein wichtiges Hauptfach der Naturkunde an den Universitäten gelehrt wird, gewöhnlich nur denjenigen Theil der Anorgik, der die Molecular-Verhältnisse der Substanz, die Mechanik der Masse und des Aethers behandelt, ohne Rücksicht auf die qualitativen Verschiedenheiten der Elemente, die sich im „Atomgewicht" ihrer kleinsten discreten Theile, der Atome, aussprechen. Dagegen fällt die Erforschung der Atome und ihrer Wahlverwandtschaft sowie der darauf beruhenden Verbindungen der Chemie anheim. Da dieses wichtige Gebiet sehr umfangreich ist und seine besonderen Untersuchungs-Methoden hat, wird es gewöhnlich als gleichwerthig neben die Physik gestellt; eigentlich stellt es jedoch nur einen Theil derselben dar: die Chemie ist Physik der Atome. Wenn man daher jetzt gewöhnlich von einer „physikalisch-chemischen" oder physikochemischen Untersuchung und Betrachtung der Erscheinungen spricht, so könnte man kürzer dieselbe auch physikalisch (im weiteren Sinne) oder ganz kurz physisch nennen. Die Physiologie wiederum, als ein besonders wichtiger Theil derselben, ist in diesem Sinne die Physik der Organismen, oder die physikochemische Erforschung der lebendigen Naturkörper.

Metaphysik. Seitdem Aristoteles im ersten Theile seiner gesammelten Schriften, in der Physik, die äußeren Natur-Erscheinungen, im zweiten darauf folgenden Theile, in der Metaphysik, das innere Wesen derselben behandelte, hat auch dieser Begriff vielfache und bedeutende Wandelungen erfahren. Wenn man den Begriff der Physik auf die empirische Erforschung der Erscheinungen (durch Beobachtung und Versuch) beschränkt, so kann schon jede Hypothese, die deren Lücken ausfüllt, und jede Theorie derselben als Metaphysik betrachtet werden. In diesem Sinne sind bereits die unentbehrlichen Theorien der Physik (z. B. die Annahme, daß die Substanzen aus Molecülen und diese aus Atomen bestehen) metaphysisch; ebenso unsere Annahme, daß alle Substanz nicht nur Ausdehnung (Materie), sondern auch Empfindung besitzt. Diese

monistische Metaphysik, die die absolute Herrschaft des Substanz-Gesetzes in allen Erscheinungen anerkennt, sich aber auf die Naturerkenntniß beschränkt, und auf die Erforschung des Uebernatürlichen verzichtet, ist mit allen ihren Theorien und Hypothesen ein unentbehrlicher Theil der vernünftigen Weltanschauung. Die Forderung einer „hypothesenfreien Wissenschaft", wie sie z. B. Ostwald stellt, entzieht ihr die Grundlagen; ganz anders verhält es sich mit der landläufigen dualistischen Metaphysik, die zwei verschiedene Welten annimmt und in den mannigfaltigsten Formen des philosophischen Dualismus uns entgegen tritt.

Entwickelung der Metaphysik. Wenn man unter Metaphysik die Wissenschaft von den letzten Gründen des Seins, entsprungen aus dem Causalitäts-Bedürfniß der Vernunft, versteht, so kann sie von der Physiologie nur als eine höhere, phyletisch spät entstandene Function des Phronema betrachtet werden; sie kann erst durch vollkommene Entwickelung der Vernunft im Gehirn des Culturmenschen entstanden sein. Daher fehlt die Metaphysik noch völlig den Naturmenschen, deren Denkvermögen sich nur wenig über das der verständigsten Thiere erhebt. Die niederen Seelenzustände der Wilden sind uns erst durch die moderne Ethnologie recht nahe gerückt worden. Sie überzeugt uns, daß die höhere Vernunft den Wilden noch fehlt, daß ihr abstractes Denken und Begriffbilden noch auf einer sehr tiefen Stufe steht. So besitzen z. B. die im Urwalde hausenden Veddas von Ceylon noch nicht einmal den Begriff Baum, obwohl sie viele einzelne Baumarten kennen und benennen. Viele Wilde können noch nicht bis Fünf zählen; ebenso denken sie noch nicht über den Grund ihres Daseins, ihre Vergangenheit und Zukunft nach. Es ist demnach ein großer Irrthum, wenn Schopenhauer und andere Philosophen den Menschen als Animal metaphysicum definiren und im Bedürfniß der Metaphysik einen durchgreifenden Unterschied zwischen Mensch und Thier finden wollen. Dieses Bedürfniß ist vielmehr erst durch den Fortschritt der Cultur geweckt und ausgebildet

worden. Aber auch beim hochstehenden Culturmenschen fehlt es ebenso wie das Bewußtsein noch in früher Jugend und entwickelt sich erst allmählich; das Kind lernt erst allmählich sprechen und denken. Entsprechend unserem Biogenetischen Grundgesetze wiederholt das Kind im Stufengange seiner geistigen Entwickelung die ganze lange Stufenleiter, die vom gedankenlosen Wilden zu den Barbaren, von diesen zu den Halbbarbaren und Civilmenschen, und endlich von letzteren zu den Culturmenschen hinaufführt. Wenn diese historische Entwickelung der höheren menschlichen Geistesthätigkeiten stets gehörig berücksichtigt worden wäre, wenn überhaupt die Psychologie die vergleichende und genetische Methode befolgt hätte, würden viele Irrthümer der herrschenden dualistischen Metaphysik vermieden worden sein. Kant würde dann wohl nicht seine Lehre von den Erkenntnissen a priori aufgestellt, sondern sich überzeugt haben, daß alles Urtheilen, was uns jetzt beim Culturmenschen a priori gegeben scheint, ursprünglich auf dem langen Entwickelungspfade der Cultur und Wissenschaft durch Associon von Erfahrungen, durch Erkenntnisse a posteriori erworben worden ist. Hier liegt die Wurzel der Irrthümer, die den Dualismus und die Transscendenz der herrschenden Metaphysik verschulden.

Realismus. Wie alle Naturwissenschaft, so ist auch deren biologischer Theil, unsere Lebenskunde, realistisch; d. h., sie betrachtet ihre Objecte, die Organismen, als wirklich existirende Dinge, deren Eigenschaften uns durch unsere Sinne (Sensorium) und unsere Denkorgane (Phronema) bis zu einem gewissen Grade erkennbar sind. Dabei sind wir uns kritisch bewußt, daß beiderlei Erkenntniß-Organe — also auch die durch sie gewonnene Erkenntniß selbst — unvollständig sind, und daß vielleicht noch ganz andere Eigenschaften der Organismen existiren, die uns unzugänglich sind. Daraus folgt aber keineswegs, wie der entgegengesetzte Idealismus irrthümlich behauptet, daß die Organismen (gleich allen anderen Dingen) nur in unserer Vorstellung (d. h. in Bildern unserer Großhirnrinde) existiren. Unser reiner Monis-

mus (oder Hylozoismus) fällt also insofern mit dem Realismus zusammen, als er die Einheit des Wesens in jedem Organismus anerkennt und nicht eine principielle Verschiedenheit seiner erkennbaren Erscheinung (Phaenomenon) von seinem verborgenen innersten Wesen (Noumenon) behauptet, gleichviel, ob man dasselbe mit Plato als ewige „Idee“ oder mit Kant als „Ding an sich“ bezeichnet. Der Realismus ist keineswegs schlechtweg identisch mit dem Materialismus, da er auch mit dessen Gegentheil, dem Dynamismus oder der Energetik, sich in bestimmter Beziehung verknüpfen läßt.

Idealismus. Wie der Realismus gewöhnlich mit dem Monismus zusammenfällt, so der entgegengesetzte Idealismus mit dem Dualismus. Die beiden einflußreichsten und angesehensten Vertreter des letzteren, Plato und Kant, behaupten die Existenz von zwei ganz verschiedenen Welten; die Natur oder die empirische Welt allein ist uns durch Erfahrung zugänglich, dagegen die Geisteswelt oder die transscendentale Welt nicht; von der letzteren offenbart uns bloß das „Gemüth“ oder die „praktische Vernunft“ die Existenz; aber irgend eine Vorstellung können wir uns von derselben nicht machen. Der Grundirrthum dieses theoretischen Idealismus liegt in der Annahme, daß die Seele ein besonderes immaterielles Wesen, unsterblich und zur Erkenntniß a priori befähigt sei. Die unbefangene Physiologie und Ontogenie des Gehirns (im Verein mit der vergleichenden Anatomie und Histologie des Phronema) überzeugt uns aber, daß die Seele des Menschen, gleich derjenigen aller anderen Wirbelthiere, eine Function des Gehirns und untrennbar an dieses materielle „Seelenorgan“ gebunden ist. Für die realistische Lebenskunde ist also jener erkenntniß-theoretische Idealismus ebenso unannehmbar, wie der psychophysische Parallelismus von Wundt oder der Psychomonismus neuerer Physiologen, der im Grunde auf vollkommenen Dualismus von Körper und Geist hinausläuft. Anders verhält es sich mit dem Werthe des

praktischen Idealismus; indem dieser die Symbole oder Ideale des persönlichen Gottes, der unsterblichen Seele und des freien Willens als ethische Sinnbilder hinstellt und in der Erziehung der Jugend ihren pädagogischen Werth benutzt, kann er zeitweise einen nützlichen Einfluß ausüben, der unabhängig von seiner theoretischen Bedeutungslosigkeit ist.

Zweige der Lebenskunde. Die zahlreichen einzelnen Zweige der Biologie, die sich im Laufe des 19. Jahrhunderts selbständig entwickelt haben, müssen in gegenseitiger Berührung bleiben und mit klarem Verständniß ihrer Aufgabe zusammen wirken, um ihr hohes Ziel, die Förderung einer einheitlichen, das Gesammtgebiet des organischen Lebens umfassenden Wissenschaft, zu erreichen. Dieses gemeinsame Ziel wird aber vielfach in Folge einseitiger Arbeitstheilung und Specialisation aus den Augen verloren; die philosophische Aufgabe wird über der empirischen vernachlässigt. Die dadurch bedingte Verwirrung macht es wünschenswerth, die Stellung der verschiedenen biologischen Disciplinen zu einander scharf zu bestimmen. Ich habe dies schon 1869 in meiner akademischen Rede über Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie näher erörtert; da aber dieser Versuch (im II. Bande meiner „Gesammelten Abhandlungen“ enthalten) wenig Beachtung gefunden hat, gebe ich hier den wesentlichen Inhalt kurz wieder.

Hauptgebiete der Biologie. Entsprechend der althergebrachten Unterscheidung von Thier und Pflanze haben sich schon seit langer Zeit als zwei Hauptzweige der Lebenskunde Zoologie und Botanik neben einander entwickelt und sind auf den Universitäten durch zwei selbständige Lehrstühle vertreten. Unabhängig davon bestanden schon seit Beginn wissenschaftlicher Thätigkeit diejenigen Forschungsgebiete, deren Object das menschliche Leben nach allen seinen Richtungen ist, die anthropologischen Disciplinen und die sogenannten „Geisteswissenschaften“ (Völkergeschichte, Sprachkunde, Psychologie u. s. w.). Seitdem die reformirte Descendenz-Theorie den Ursprung des Menschen aus einer

Reihe von Wirbelthier-Ahnen nachgewiesen hat, und demgemäß die Anthropologie als Theil der Zoologie erkannt worden ist, hat man begonnen, den inneren historischen Zusammenhang aller dieser verschiedenen anthropologischen Disciplinen zu begreifen, und sich bemüht, sie zu einer selbständigen Gesammtwissenschaft vom Menschen zu vereinigen. Der ungeheure Umfang und die besondere praktische Bedeutung dieses Gebietes hat es neuerdings gerechtfertigt, einen besonderen akademischen Lehrstuhl für Anthropologie zu schaffen. Dasselbe erscheint wünschenswerth für die Protistik oder Protistenkunde, die Wissenschaft von den einzelligen Organismen: Zellingen oder Protisten. Allerdings muß die Zellenlehre oder Cytologie, als die anatomische Elementar-Disciplin, sowohl in der Botanik als in der Zoologie eingehend behandelt werden; allein die niederen einzelligen Objecte beider Gebiete, die Urpflanzen (Protophyta) und die Urthiere (Protozoa), hängen so innig zusammen und erläutern als selbständige „Elementar-Organismen" so wesentlich das Leben der abhängigen Gewebezellen im Histon oder vielzelligen Organismus, daß die neuerdings von Schaudinn unternommene Gründung eines besonderen Instituts und Archivs für Protistenkunde als ein wesentlicher Fortschritt zu begrüßen ist. Ein besonders wichtiger Theil dieser Protistik ist die Bakteriologie.

Morphologie und Physiologie. Die praktische Eintheilung der Biologie nach dem Umfang des Lebensgebietes führt uns so zur Aufstellung von vier großen Provinzen der Forschung: Protistik (Zellingskunde), Botanik (Pflanzenkunde), Zoologie (Thierkunde) und Anthropologie (Menschenkunde). In jedem dieser vier Hauptgebiete scheiden sich zunächst als zwei große Abtheilungen der wissenschaftlichen Forschung die Formenlehre (Morphologie) und die Functionslehre (Physiologie); die besonderen Methoden und Mittel der Beobachtung sind in beiden Abtheilungen wesentlich verschieden. In der Morphologie tritt die Aufgabe der Beschreibung und Vergleichung in den

Vordergrund, sowohl in Bezug auf die äußere Körperform als auf die innere Structur. In der Physiologie dagegen werden vorzugsweise die exacten Methoden der Physik und Chemie verwendet, Beobachtung der Lebensthätigkeiten und Versuche, ihre physikalischen Gesetze zu erforschen. Da die genaue Kenntniß der Anatomie und Physiologie des Menschen die unentbehrliche Grundlage der gesammten wissenschaftlichen Medicin bildet, und da ihr gewaltiger Umfang einen besonders großen Apparat erfordert, sind diese Disciplinen schon lange selbständig bearbeitet und in der Arbeitstheilung des akademischen Studiums der medicinischen Facultät überwiesen worden.

Anatomie und Biogenie. Das weite Gebiet der Formenlehre oder Morphologie theilen wir in die beiden Disciplinen der Anatomie und Biogenie; jene umfaßt die Wissenschaft von der entwickelten, diese von der entstehenden Form des Organismus. Die Anatomie, als Erforschung der vollendeten Form, hat ebensowohl die äußere Gestalt als den inneren Bau des Organismus zu erkunden. Als zwei verschiedene Disciplinen derselben können wir die Structurlehre (Tectologie) und die Grundformenlehre (Promorphologie) unterscheiden. Die Tectologie untersucht die Verhältnisse der Structur und der organischen Individualität, die Zusammensetzung des lebendigen Körpers aus den einzelnen Theilen (Zellen, Geweben und Organen) (Kapitel 7). Die Promorphologie beschreibt die reale Gestalt dieser individuellen Theile sowohl als des ganzen Körpers und sucht sie auf mathematisch bestimmte Grundformen zurückzuführen (Kapitel 8). Auch die Biogenie, die Entwickelungsgeschichte der Organismen, sondert sich wieder in zwei verschiedene Disciplinen: in die Keimesgeschichte (Ontogenie) und die Stammesgeschichte (Phylogenie); beide verfolgen verschiedene Aufgaben und Methoden, stehen aber durch unser Biogenetisches Grundgesetz im engsten ursächlichen Zusammenhang. Die Ontogenie untersucht die Entwickelung des organischen

Individuums vom Beginn seiner Existenz bis zu seinem Tode; als Embryologie beobachtet sie die Entwickelung des Einzelwesens innerhalb der Eihüllen, als Metamorphologie (oder Metamorphosenlehre) die späteren Verwandlungen außerhalb derselben (Kapitel 16). Die Phylogenie hat zur Aufgabe die Entwickelungsgeschichte der organischen Stämme oder Phylen, d. h. der großen Haupt-Abtheilungen des Thierreiches und Pflanzenreiches, die als Klassen, Ordnungen u. s. w. unterschieden werden — oder mit anderen Worten: die Genealogie der Species. Sie stützt sich auf die Thatsachen der Paläontologie und füllt deren Lücken durch vergleichende Anatomie und Ontogenie aus.

Ergologie und Perilogie. Die Wissenschaft von den Lebenserscheinungen der Organismen, die wir als Functionslehre oder Physiologie bezeichnen, ist zum größten Theil Arbeits-Physiologie oder Ergologie; sie untersucht die Arbeitsleistungen des lebendigen Organismus und soll dieselben möglichst exact auf physikalische und chemische Gesetze zurückführen. Die vegetale Ergologie erforscht die sogenannten vegetativen Functionen: Ernährung und Fortpflanzung; die animale Ergologie dagegen die animalen Thätigkeiten der Bewegung und Empfindung. An die letztere schließt sich unmittelbar die Seelenlehre (Psychologie) an. Aber auch die Erforschung der Beziehungen, in denen jeder Organismus zur Außenwelt steht, zur organischen und anorgischen Umgebung, gehört zur Physiologie im weiteren Sinne; wir nennen diesen Theil derselben Perilogie oder Beziehungs-Physiologie. Dahin gehört erstens die Chorologie oder Verbreitungslehre (auch biologische Geographie genannt, die geographische und topographische Verbreitung betreffend), und zweitens die Oekologie oder Bionomie (neuerdings auch Ethologie genannt), die Wissenschaft vom Haushalt der Organismen, von ihren Lebensbedürfnissen und ihren Verhältnissen zu den übrigen Organismen, mit denen sie zusammen leben (Biocoenose, Symbiose, Parasitismus).

Dritte Tabelle.

Uebersicht über die wichtigsten Zweige der Lebenskunde (1869).

Biologie = Lebenskunde.

I. **Protistik**	= Zellingskunde	— Einzellige Organismen.	Vier Hauptgebiete der systematischen Biologie.
II. **Botanik**	= Pflanzenkunde	— Gewebpflanzen (Metaphyta).	
III. **Zoologie**	= Thierkunde	— Gewebthiere (Metazoa).	
IV. **Anthropologie**	= Menschenkunde	— Sprechende Primalen.	

A. **Morphologie = Formenlehre.** Anatomie und Biogenie der Organismen.		B. **Physiologie = Functionslehre.** Physik und Chemie der Organismen.	
AI. Anatomie. Körperbaulehre.	**AII. Biogenie.** Entwickelungsgeschichte.	**BI. Ergologie.** Arbeits-Physiologie.	**BII. Perilogie.** Beziehungs-Physiologie.
1. Tectologie. Structurlehre. (Cytologie, Zellenlehre; Histologie, Gewebelehre; Organologie, Organlehre; Blastologie, Personenlehre; Kormologie, Stocklehre). Individualitätslehre.	**3. Phylogenie.** Stammesgeschichte. Paläontologie und Genealogie; Transformismus oder Descendenz-Theorie. Natürliche Systematik.	**5. Vegetale Ergologie.** (Physiologie der vegetativen Functionen.) 5a. Trophonomie. Stoffwechsellehre. 5b. Gonimatik. Zeugungslehre.	**7. Chorologie.** Verbreitungslehre. Biologische Geographie und Topographie. Lehre von den Wanderungen. (Migrations-Theorie.)
2. Promorphologie. Grundformenlehre. Erkenntniß der geometrischen idealen Grundform (mathematisch definirbar) im Verhältniß zu der concreten realen Körperform des Individuums.	**4. Ontogenie.** Keimesgeschichte. 4a. Embryologie. (Entwickelung innerhalb der Eihüllen.) 4b. Metamorphik. (Metamorphologie.) Verwandelung des Organismus außerhalb der Eihüllen.	**6. Animale Ergologie.** (Physiologie der animalen Functionen.) 6a. Phoronomie. (Bewegungslehre.) 6b. Senfonomie. (Empfindungslehre.) Physiologie der Sinnesorgane. 6c. Psychologie. Seelenlehre.	**8. Oekologie** (oder Bionomie = Ethologie). Haushaltslehre. Biologische Oekonomie. Beziehungen des Organismus zur Umgebung und zu den Wesen, mit denen er zusammenlebt. (Biocönose, Symbiose, Parasitismus.)

Fünftes Kapitel.

Tod.

Wesen und Ursachen des Todes. Ewiges Leben. Tod der Protisten und der Histonen. Erlösung vom Uebel.

„Es giebt keine scharfe Grenze, welche Leben und Tod von einander scheidet; es findet vielmehr ein allmählicher Uebergang statt zwischen Leben und Tod; der Tod entwickelt sich. Gesundes Leben einerseits und Tod anderseits sind nur die äußersten Endglieder dieser Entwickelung, die durch eine Reihe von Zwischenstadien lückenlos mit einander verbunden sind. — Die lebendige Substanz stirbt fortwährend, ohne daß das Leben selbst jemals erlischt. Es ist also keine Unsterblichkeit der lebendigen Substanz selbst, sondern nur eine Continuität in ihrer Descendenz vorhanden. Unsterblich und ewig ist von der ganzen Körperwelt nur die elementare Materie und ihre Bewegung.

Max Verworn.

Inhalt des fünften Kapitels.

Leben und Tod. Individueller Tod. Unsterblichkeit der Einzelligen. Tod der Protisten und Histonen. Ursachen des physiologischen Todes. Abnutzung des Plasma. Regeneration. Biotonus. Perigenesis der Plastidule; Gedächtniß der Biogene. Regeneration bei Protisten und Histonen. Altersschwäche. Krankheit. Nekrobiose. Todesloos. Vorsehung. Zufall und Schicksal. Ewiges Leben. Optimismus und Pessimismus. Selbstmord und Selbsterlösung. Erlösung vom Uebel. Medicin und Philosophie. Lebenserhaltung. Spartanische Selection.

Literatur.

Rudolf Virchow, 1858. Die Cellular-Pathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. 4. Aufl., 1871. Berlin.

Ernst Ziegler, 1881. Lehrbuch der allgemeinen und speciellen pathologischen Anatomie und Pathogenese. Jena.

Claude Bernard, 1878. Leçons sur les Phénomènes de la vie communs aux animaux et les vegetaux. Paris.

Elias Metschnikoff, 1904. Studien über die Natur des Menschen. Eine optimistische Philosophie. Leipzig.

Carus Sterne (Ernst Krause), 1885. Werden und Vergehen. Eine Entwickelungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung.

Ludwig Feuerbach, 1866. Gott, Freiheit und Unsterblichkeit, vom Standpunkte der Anthropologie. 2. Aufl., 1890. Leipzig.

Wessely, 1876. Die Gestalten des Todes und des Teufels in der darstellenden Kunst. Leipzig.

Alexander Götte, 1883. Ueber den Ursprung des Todes. Hamburg.

A. Bühler, 1904. Alter und Tod. Eine Theorie der Befruchtung. Biolog. Centralblatt Bd. 24.

August Weismann, 1882. Ueber die Dauer des Lebens. 1884. Ueber Leben und Tod. Jena.

Max Verworn, 1894. Die Geschichte des Todes. IV. Kapitel der Allgemeinen Physiologie. 4. Aufl., 1903. Jena.

Max Kassowitz, 1899. Leben und Tod. 2. Bd., 50. Kapitel der Allgemeinen Biologie. Wien.

Nichts ist beständig als der Wechsel! Alles Sein ist ein beständiges „Werden und Vergehen"! So lehrt uns die Entwickelungsgeschichte der Welt sowohl im großen Ganzen, wie in allen einzelnen Theilen. Ewig und unveränderlich ist nur die Substanz, gleichviel ob wir dieses allumfassende Weltwesen Natur oder Kosmos, Weltgeist oder Gott nennen. Das Substanz-Gesetz lehrt uns, daß dieselbe zwar in einer unendlichen Fülle wechselnder Formen sich offenbart, daß aber ihre wesentlichen Attribute, Materie und Energie, sich beständig erhalten. Alle individuellen Formen der Substanz sind dem Untergange geweiht. Das gilt ebenso von unserer Sonne und den sie umkreisenden Planeten, wie von den Organismen, die unsere Mutter Erde bevölkern; ebenso vom Bakterium wie vom Menschen. Wie jedes organische Individuum einen Anfang seines Lebens gehabt hat, so geht es auch widerstandslos seinem Ende entgegen. Leben und Tod sind mit Nothwendigkeit verknüpft. Aber über die eigentlichen Ursachen dieses Geschickes sind die Ansichten der Philosophen und Biologen noch sehr verschieden; die meisten gehen schon deshalb fehl, weil sie keine klare und einfache Definition vom Wesen des Lebens besitzen, und somit von seinem Ende keine klare Vorstellung geben können.

Leben und Tod. Die Untersuchungen, die wir im zweiten Kapitel über das Wesen des organischen Lebens anstellten, haben uns gezeigt, daß dasselbe im tiefsten Grunde ein chemischer Proceß ist. Das „Lebenswunder" ist im Wesentlichen nichts Anderes als Stoffwechsel der lebendigen Substanz, oder

Metabolie des Plasma. Mit Nachdruck haben neuere Physiologen, namentlich Max Verworn und Max Kassowitz, dem modernen Vitalismus gegenüber darauf hingewiesen, „daß das Leben auf einem fortwährenden Wechsel zwischen Aufbau und Zerfall der hochcomplicirten chemischen Einheiten des Protoplasma beruht. Ist aber diese Auffassung zutreffend, dann können wir auch ganz genau sagen, was wir unter Tod zu verstehen haben. Wenn nämlich der Tod das Aufhören des Lebens bedeutet, dann verstehen wir unter Tod das Aufhören des Wechselspiels zwischen Aufbau und Zerfall der Protoplasma-Molecüle; und da jedes der labilen Molecüle des Protoplasma, nachdem es entstanden ist, in kurzer Zeit wieder zerfallen muß, so würde es sich bei dem Tode eigentlich nur um das definitive Ausbleiben der Reconstruction der zerstörten Plasma-Molecüle handeln. — Ein lebendiges Gebilde ist also erst dann definitiv todt, d. h. absolut unfähig, je wieder eine vitale Leistung zu vollziehen, wenn seine sämmtlichen Plasma-Molecüle zerstört sind." In der ausführlichen Begründung, die Kassowitz im fünfzigsten Kapitel seiner „Allgemeinen Biologie" dieser Definition von Leben und Tod folgen läßt, sind die natürlichen Ursachen des physiologischen Todes noch eingehender besprochen.

Individueller Tod. In den zahlreichen und sich vielfach widersprechenden Betrachtungen der neueren Biologie über das Wesen des Todes sind viele Irrthümer und Mißverständnisse dadurch veranlaßt, daß man nicht klar zwischen der Lebensdauer der lebendigen Substanz im Allgemeinen und derjenigen der individuellen Lebensform unterschieden hat. Besonders zeigt sich das in den widerspruchsvollen Erörterungen, welche die Theorie von der Unsterblichkeit der Einzelligen von August Weismann (1882) hervorgerufen hat. Ich habe bereits im elften Kapitel der „Welträthsel" deren Unhaltbarkeit nachgewiesen. Da jedoch dieser ausgezeichnete Zoologe neuerdings in seinen lehrreichen Vorträgen über Descendenz-Theorie (1902) jene Theorie energisch vertheidigt und daran irrthümliche Betrachtungen über das Wesen des Todes überhaupt geknüpft hat,

bin ich genöthigt, hier nochmals darauf zurückzukommen. Gerade weil dieses interessante Werk die werthvollsten Beiträge zur Entwickelungslehre liefert und insbesondere die Selections-Theorie Darwin's und ihre Consequenzen siegreich vertheidigt, halte ich es für nothwendig, anderseits auf seine bedenklichen Schwächen und gefährlichen Irrthümer hinzuweisen. Dahin gehört vor Allem die einflußreiche Keimplasma-Theorie und der damit verknüpfte Kampf gegen die „Vererbung erworbener Eigenschaften". Weismann folgert daraus einen fundamentalen Unterschied zwischen den einzelligen und den vielzelligen Organismen; die letzteren allein sollen sterblich, die ersteren unsterblich sein: „zwischen Einzelligen und Vielzelligen liegt die Einführung des physiologischen, d. h. normalen Todes". Dem gegenüber ist hervorzuheben, daß die physiologischen Individuen (Bionten) bei den Protisten ebenso eine beschränkte Lebensdauer haben, wie bei den Histonen. Legt man aber das Hauptgewicht in dieser Frage nicht auf die Individualität der lebendigen Substanz, sondern auf den continuirlichen Zusammenhang der metabolischen Lebensbewegung in den Generations-Reihen, so gilt die partielle Unsterblichkeit des Plasma ebenso für die Vielzelligen, wie für die Einzelligen.

Tod der Protisten. Die „Unsterblichkeit der Einzelligen", auf die Weismann so viel Gewicht legt, könnte selbst in seinem Sinne nur für einen kleinen Theil der Protisten aufrecht erhalten werden, nämlich für diejenigen, die sich einfach durch Zweitheilung vermehren: die Chromaceen und Bakterien unter den Moneren (Kapitel 9), die Diatomeen und Paulotomeen unter den Protophyten, ein Theil der Infusorien und Rhizopoden unter den Protozoen. Streng genommen wird ja das individuelle Leben vernichtet, wenn die Zelle sich in zwei Tochterzellen theilt. Aber man könnte immerhin mit Weismann einwenden, daß hier das sich theilende einzellige Individuum als Ganzes in seinen Kindern fortlebt, daß von ihm keine Leiche übrig bleibt, kein todter Rest der lebendigen Substanz. Allein das gilt nicht von der großen

Mehrzahl der Protozoen; bei den hochentwickelten Ciliaten geht der Hauptkern zu Grunde, und von Zeit zu Zeit muß eine Conjugation von zwei Zellen und gegenseitige Befruchtung ihrer Nebenkerne eintreten, ehe wieder fortgesetzte Vermehrung durch einfache Theilung eintreten kann. Bei den meisten Sporozoen und Rhizopoden aber, die sich überwiegend durch Sporenbildung fortpflanzen, wird nur ein Theil des einzelligen Organismus dazu verwendet; der andere Theil stirbt und bildet eine „Leiche". Bei den großen Rhizopoden (Thalamophoren und Radiolarien) ist der sporenbildende innere Theil, der in den Nachkommen fortlebt, kleiner als der absterbende äußere Körpertheil, der eine ansehnliche „Leiche" darstellt.

Tod der Histonen. Ebenso unhaltbar wie die Theorie von der Unsterblichkeit der Einzelligen ist die Ansicht von Weismann über die secundäre „Einführung des physiologischen Todes bei den Vielzelligen". Danach soll der Tod der Histonen — ebenso der Metaphyten, wie der Metazoen — eine zweckmäßige „Anpassungs-Erscheinung" sein, die von der Selection erst dann eingeführt wurde, als die vielzelligen Organismen eine gewisse Complication des Baues erreicht hatten, mit welcher sich ihre ursprüngliche Unsterblichkeit nicht mehr vertrug. Die natürliche Zuchtwahl mußte die Unsterblichen tödten und die Sterblichen am Leben lassen; sie mußte die Unsterblichen auch in der Blüthe ihrer Jahre an der Fortpflanzung verhindern und nur die Sterblichen zur Nachzucht verwenden. Die seltsamen Folgerungen, zu denen Weismann im weiteren Ausbau dieser Todes-Theorie gelangte, und die auffälligen Widersprüche, in die er dadurch zu seiner eigenen Keimplasma-Theorie gerieth, hat Kassowitz im 49. Kapitel seiner „Allgemeinen Biologie" kritisch beleuchtet: „Selection der Sterblichen und Elimination der Unsterblichen". Nach meiner eigenen Ansicht läßt sich diese paradoxe Todes-Theorie ebenso wenig begründen, als die damit künstlich verknüpfte Keimplasma-Theorie. Man kann den Scharfsinn und die Tiefe der Speculation bewundern, die Weismann bei dem kunstreichen Aufbau seiner

verwickelten Molecular-Theorie aufgewendet hat. Aber je mehr man sich in ihre Fundamente vertieft, desto unhaltbarer erscheinen sie; auch hat in den zwanzig Jahren, die seit dem Erscheinen der Keimplasma-Theorie verflossen sind, kein einziger ihrer zahlreichen Anhänger sie fruchtbar zu verwerthen gewußt. Dagegen hat sie sehr nachtheilig dadurch gewirkt, daß sie die „Vererbung erworbener Eigenschaften" leugnete und bekämpfte, die ich mit Lamarck und Darwin für eine der festesten und unentbehrlichsten Stützen der Descendenz-Theorie halte.

Ursachen des Todes. Indem wir uns zur Frage nach den wahren Ursachen des Todes wenden, beschränken wir uns auf die Betrachtung des normalen oder physiologischen Todes; wir sehen ab von den unzähligen Ursachen des zufälligen oder pathologischen Todes, der durch Unglücksfälle, Krankheiten, Parasiten u. s. w. veranlaßt wird. Der normale Tod tritt bei allen Organismen dann ein, wenn die Grenze der erblichen Lebensdauer erreicht ist. Diese Grenze ist bei den mannigfaltigen Arten der Organismen außerordentlich verschieden. Viele einzellige Protophyten und Protozoen leben nur wenige Stunden, andere mehrere Monate oder Jahre; viele einjährige Pflanzen und niedere Thiere leben in unserem gemäßigten Klima nur einen Sommer, in der arctischen Zone und auf den schneebedeckten Hochalpen nur wenige Wochen oder Monate. Dagegen werden größere Wirbelthiere nicht selten mehr als hundert Jahre, viele Bäume mehr als tausend Jahre alt. Die Länge der normalen Lebensdauer ist bei allen Arten im Laufe der Species-Bildung selbst durch Anpassung an die besonderen Lebensbedingungen erworben, und dann durch Vererbung auf ihre Nachkommen übertragen worden. Aber auch bei diesen letzteren unterliegt sie bekanntlich oft ansehnlichen Schwankungen.

Abnutzung des Plasma. Der Organismus wird von der modernen „Maschinen-Theorie des Lebens" mit einer künstlich construirten Maschine verglichen, d. h. mit einem Apparate, in welchem der menschliche Verstand verschiedene Theile (Werkstücke

oder Maschinen-Elemente) zweckmäßig zusammengefügt hat, um eine bestimmte Arbeit zu verrichten. Dieser Vergleich ist nicht anwendbar auf die niedersten Organismen, die Moneren, denen eine solche maschinelle Structur noch fehlt; bei diesen primitiven „Organismen ohne Organe" (Chromaceen und Bakterien) sind lediglich die unsichtbaren chemischen Structuren des Plasma und der durch sie bedingte Stoffwechsel die Ursache des Lebens; sobald dieser aufhört, tritt der Tod ein (vergl. Kap. 9). Bei allen übrigen Organismen ist der Vergleich mit Maschinen insofern zulässig und lehrreich, als das zweckmäßige Zusammenwirken der verschiedenen Organe oder Werkstücke eine bestimmte Arbeit leistet, durch Verwandlung der Spannkraft in lebendige Kraft. Der große Unterschied beider besteht aber darin, daß diese Zweckmäßigkeit bei der Maschine durch den planmäßig und bewußt wirkenden Willen des Menschen, beim Organismus hingegen durch die planlos und unbewußt wirkende natürliche Selection hervorgebracht wird. Hingegen ist eine weitere wichtige Eigenschaft den Maschinen und Organismen gemeinsam, nämlich die beschränkte Lebensdauer, die durch ihre Abnutzung bedingt wird. Bekanntlich kann jede Locomotive, jedes Schiff, jeder Telegraph, jedes Klavier nur eine gewisse Reihe von Jahren thätig sein. Alle Theile derselben werden durch den längeren Gebrauch abgenutzt und trotz aller Reparaturen zuletzt unbrauchbar. Ebenso werden auch bei allen Organismen die einzelnen Werktheile früher oder später abgenutzt und leistungsunfähig; das gilt ebenso von den Organellen der Protisten, wie von den Organen der Histonen. Allerdings können auch diese Theile öfter reparirt oder regenerirt werden; allein nach kürzerer oder längerer Zeit versagen sie den Dienst, und ihre Mängel werden Ursache des Todes.

Regeneration. Wenn wir den Begriff der Regeneration, des Wiederersatzes unbrauchbar gewordener Theile, im weitesten Sinne fassen, so erkennen wir darin eine ganz allgemeine Lebensthätigkeit von größter Bedeutung. Denn der ganze Stoff-

wechsel des lebendigen Organismus beruht ja auf der Assimilation des Plasma, d. h. dem Ersatz der Plasma-Theile, die beständig durch Dissimilation verloren gehen (vergl. Kap. 10). Verworn hat die hypothetischen Molecüle der lebendigen Substanz (— die ich nach Hering als begabt mit Gedächtniß ansehe und 1875 Plastidule genannt habe —) als Biogene bezeichnet. Er sagt: „Die Biogene sind die eigentlichen Träger des Lebens. In dem fortwährenden Zerfall und Wiederaufbau derselben besteht der Vorgang des Lebens, dessen Ausdruck die mannigfachen Lebens-Erscheinungen sind." — Das Verhältniß von Assimilation (Aufbau der Biogene) zur Dissimilation (Zerfall der Biogene) kann man in der Zeiteinheit durch einen Bruch ausdrücken, der als Biotonus bezeichnet wird: $\frac{A}{D}$; derselbe ist von elementarer Bedeutung für die verschiedensten Erscheinungen des Lebens. Die Schwankungen in der Größe dieses Bruches sind es, welche allen Wechsel in den Lebensäußerungen eines jeden Organismus hervorbringen. Wenn der Biotonus zunimmt und der Stoffwechsel-quotient größer als Eins wird, erfolgt Wachsthum; wenn derselbe umgekehrt kleiner als Eins wird, also der Biotonus abnimmt, erfolgt Atrophie (Verkümmerung) und schließlich Tod. Bei der Regeneration werden neue Biogene gebildet. Bei der Generation, der Zeugung oder Fortpflanzung, lösen sich Biogen-Gruppen (als Keimplasma) in Folge überschüssigen Wachsthums von den Eltern ab und legen den Grund zu neuen Individuen.

Die Erscheinungen der Regeneration sind außerordentlich mannigfaltig und in neuerer Zeit Gegenstand sehr zahlreicher und umfassender Versuche geworden, namentlich von Seiten der sogenannten „Entwicklungs-Mechanik". Dabei sind von vielen Experimental-Embryologen aus ihren beschränkten Einzel-Versuchen weitreichende Schlüsse gezogen und zum Theil als Gegenbeweise gegen den Darwinismus verwerthet worden; sogar die Descendenz-Theorie sollte dadurch widerlegt werden. Die meisten dieser Re-

generations-Arbeiten bekunden einen auffallenden Mangel an allgemeiner physiologischer und morphologischer Bildung; da sie außerdem meistens das Biogenetische Grundgesetz ignoriren und von den fundamentalen Wechselbeziehungen zwischen Keimesgeschichte und Stammesgeschichte absehen, ist es nicht zu verwundern, daß sie zu den widersprechendsten und absurdesten Schlüssen gelangen. Das „Archiv für Entwicklungsmechanik" liefert dafür zahlreiche Beispiele. Wenn man hingegen das gesammte interessante Gebiet der Regenerations-Processe im Zusammenhange überblickt, so ergiebt sich eine continuirliche Entwickelungsreihe von der einfachen Plasma-Reparatur der einzelligen Protisten bis zu der geschlechtlichen Zeugung der höheren Histonen. Spermazelle und Eizelle der letzteren sind überschüssige Wachsthums-Producte, welche das Vermögen besitzen, den ganzen vielzelligen Organismus zu regeneriren. Aber auch viele höhere Histonen besitzen die Fähigkeit, aus beliebigen abgelösten Gewebstücken oder selbst einzelnen Zellen durch Regeneration neue Individuen hervorzubringen. Bei der besonderen Richtung des Stoffwechsels und Wachsthums, welches diese Regenerations-Vorgänge begleitet, spielt das Gedächtniß der Plastidule, das unbewußte Erinnerungs-Vermögen der Biogene, eine leitende Rolle (vergl. meine Perigenesis der Plastidule, 1875; II. Band der gesammelten gemeinverständlichen Vorträge).

Tod und Regeneration der Protisten. Bei den primitivsten Formen der einzelligen Protisten tritt uns der Vorgang des Todes und der Regeneration in einfachster Form entgegen. Wenn eine kernlose Monere (Chromacee oder Bakterium) sich in zwei gleiche Hälften theilt, ist damit die Existenz des zeugenden Individuums (— des „Untheilbaren"! —) vernichtet. Jede Hälfte regenerirt sich in denkbar einfachster Weise durch Assimilation und Wachsthum, bis sie wieder die Größe der Mutter-Monere erreicht hat. Bei den kernhaltigen Zellen der meisten Protophyten und Protozoen ist der Vorgang insofern schon verwickelter, als hier bereits der Zellkern als Centralorgan und

Regulator des Stoffwechsels thätig ist. Zerschneidet man ein Infusorium in zwei Stücke, von denen nur das eine den Zellkern enthält, so ergänzt sich nur dieses wieder zu einer vollständigen kernhaltigen Zelle; das kernlose Stück hingegen stirbt ab, ohne sich regeneriren zu können.

Tod und Regeneration der Histonen. Im vielzelligen Körper der gewebebildenden Organismen haben wir zu unterscheiden zwischen dem partiellen Tode der einzelnen Zellen und dem totalen Tode des ganzen, aus ihnen zusammengesetzten Gewebe-Organismus, des „Zellenstaates". Bei vielen niederen Gewebpflanzen und Gewebthieren ist dieser staatliche Verband sehr locker und die Centralisation sehr gering; beliebige Zellen oder Zellengruppen (Brutknospen) können sich, ohne das Leben des ganzen Histon zu gefährden, von ihm ablösen und zu neuen Individuen entwickeln. Bei manchen Algen und Lebermoosen, (aber auch bei Bryophyllum, unserer Fetthenne, Sedum, nahe verwandt) — ebenso beim gemeinen Süßwasser-Polypen, Hydra, und bei anderen Polypen — ist jedes ausgeschnittene Körperstückchen fähig, sich wieder zu einem vollständigen Individuum zu entwickeln. Je höher sich aber die Organisation entwickelt, je inniger die Correlation der Theile und ihr einheitliches Zusammenwirken für das Leben des centralisirten Sprosses oder der Person wird, desto geringer wird das Regenerations-Vermögen der einzelnen Organe. Aber auch dann noch können beständig viele abgenutzte Zellen entfernt und durch regenerirte neue Zellen ersetzt werden. In unserem eigenen menschlichen Organismus, wie in dem aller höheren Thiere, gehen täglich Tausende von Zellen zu Grunde und werden durch neue Zellen gleicher Art ersetzt, so z. B. die Deckzellen an der Oberfläche unserer Oberhaut (Epidermis), die Drüsenzellen der Speicheldrüsen, Magenschleimhaut, die Blutzellen u. s. w. Dagegen besitzen andere Gewebe dieses ausgedehnte Reparatur-Vermögen nicht oder in geringem Grade, so viele Nervenzellen, Sinneszellen, Muskelzellen u. s. w. Hier bleiben viele beständige Zellen-Individuen mit ihrem Kern zeit-

lebens bestehen, wenn auch ein abgenutzter Theil ihres Zellenleibes durch Regeneration von Cytoplasma wieder ersetzt wird. Thatsächlich ist also unser eigener menschlicher Körper, ebenso wie der aller höheren Thiere und Pflanzen, täglich ein anderer „Zellenstaat"; jeden Tag, ja jede Stunde, gehen Tausende von seinen Staatsbürgern, den Gewebzellen, zu Grunde, um durch andere, aus ihresgleichen durch Theilung entstandene ersetzt zu werden. Indessen ist diese ununterbrochene „Mauserung" unserer Person niemals vollständig und allgemein; immer bleibt ein solider Grundstock von conservativen Zellen übrig, dessen Nachkommen die weitere Regeneration besorgen.

Altersschwäche (Senium oder Senescentia). Die große Mehrzahl der Lebewesen findet ihren individuellen Tod durch äußere, zufällige oder accidentelle Ursachen: durch Mangel an genügender Nahrung oder Entziehung der nothwendigen Existenz-Bedingungen, durch Parasiten oder andere Feinde, durch Unglücksfälle oder Krankheiten. Die wenigen Individuen, die nicht solchen zufälligen Todes-Ursachen erliegen, finden ihr Lebensziel durch Altersschwäche oder Senescenz, durch allmähliche Rückbildung der Organe und Abnahme ihrer Functionen. Die Ursache dieses Alterns und des darauf folgenden „natürlichen Todes" ist für jede einzelne Organismen-Art durch die specifische Natur ihres Plasma bedingt. Wie neuerdings namentlich Kassowitz hervorgehoben hat, beruht das Altern der Individuen auf der unvermeidlichen Zunahme des inactiven Protoplasma-Zerfalls und der durch denselben gelieferten metaplasmatischen Körperbestandtheile. Jedes schon vorhandene Metaplasma begünstigt den inactiven Protoplasma-Zerfall und damit auch wieder die Bildung neuer Metaplasmen. Das Absterben der Zellen erfolgt, weil die chemische Energie des Plasma von einem bestimmten Höhepunkt des Lebens, von der Akme an, allmählich abnimmt; das Plasma verliert immer mehr die Fähigkeit, durch Regeneration die Verluste zu ersetzen, die es durch die Lebensfunctionen selbst erleidet. Wie im Geistesleben des Menschen die

Receptionsfähigkeit des Gehirns und die Schärfe der Sinne allmählich abnimmt, so verlieren die Muskeln ihre Energie, die Knochen werden brüchig, die Haut spröde und welk, die Elasticität und Ausdauer der Bewegung nimmt ab. Alle diese normalen Vorgänge der senilen Degeneration sind bedingt durch chemische Veränderungen im Plasma, dessen Dissimilation immer mehr die Assimilation überwiegt; sie führen schließlich mit Nothwendigkeit zum normalen Tode.

Krankheit. Während die allmähliche Abnahme der Körperkräfte und die senile Degeneration der Organe mit Nothwendigkeit den Tod auch des gesündesten Organismus endlich herbeiführen muß, geht dagegen die große Mehrzahl der Menschen lange vor diesem normalen Lebensziele durch Krankheiten zu Grunde. Die äußeren Ursachen derselben sind Angriffe von Feinden und Parasiten, Unglücksfälle und ungünstige Lebensbedingungen; diese rufen Veränderungen in den Geweben und den sie zusammensetzenden Zellen hervor, die zunächst einen partiellen Tod einzelner Theile, weiterhin aber den totalen Tod des ganzen Individuums bedingen. Die Veränderungen der lebendigen Substanz, welche dergestalt die Krankheiten und schließlich den vorzeitigen Tod herbeiführen, werden als Nekrobiosen bezeichnet; sie bestehen theils in einfachen Histolysen, d. h. Entartung der Zellen durch Atrophie, Auflösung, Vertrocknung (Brand) oder Verflüssigung (Colliquation), theils in Metaplasmosen oder Plasma-Metamorphosen: fettige, schleimige, kalkige, amyloide Metamorphosen der Zellen. Es war das große Verdienst von Rudolf Virchow, durch seine epochemachende Cellular-Pathologie (1858) nachgewiesen zu haben, daß alle Krankheiten des Menschen ebenso wie der übrigen Organismen auf derartige Veränderungen der Zellen zurückzuführen sind, welche die Gewebe zusammensetzen. Die Krankheit selbst mit ihren Leiden (Pathos) ist demnach ein physiologischer Proceß, ein Leben unter schädlichen und gefahrdrohenden Bedingungen; wie bei allen normalen Lebenserscheinungen, so ist auch

bei den abnormen oder pathologischen der letzte Grund in physikalischen und chemischen Processen im Plasma zu suchen. Die Pathologie oder Krankheitslehre ist ein Theil der Physiologie. Durch diese Erkenntniß ist allen jenen älteren Vorstellungen der Boden entzogen, die die Krankheit auf ein besonderes „Wesen", einen Dämon oder eine „Fügung Gottes" zurückführen wollten.

Todesloos. Die natürliche physikalische Erklärung des Todes, die uns dergestalt durch die moderne Physiologie und Pathologie möglich geworden ist, hat nicht allein alle jene älteren abergläubischen Vorstellungen über Krankheit und Tod widerlegt, sondern auch eine Reihe von wichtigen metaphysischen Dogmen, die sich vorzugsweise auf jenen mystischen Aberglauben stützten. Dahin gehört vor Allem der kindliche Glaube an eine bewußte „Vorsehung", welche die Geschicke der einzelnen Individuen leitet und ihr Todesloos bestimmt. Wir verkennen nicht den hohen subjectiven Werth, den der tröstliche Glaube an eine solche schützende Vorsehung für den bedrängten, von tausend Gefahren bedrohten Menschen besitzt. Wir gönnen dem kindlich-gläubigen Gemüthe den Trost und die Hoffnung, die es aus diesem festen „Glauben" schöpft. Da wir aber nicht Beschwichtigung unseres Gemüthes durch poetische Fictionen suchen, sondern Befriedigung unserer Vernunft durch Erkenntniß der Wahrheit, so müssen wir mit Bedauern darauf hinweisen, daß unsere „reine Vernunft" nicht die Spur eines Beweises für die Existenz und das Wirken einer solchen bewußten „Vorsehung" oder eines „liebenden Vaters im Himmel" finden kann. Täglich lesen wir in den Zeitungen von Unglücksfällen und Verbrechen aller Art, die den Tod von lebensfrohen Menschen „zufällig" herbeigeführt haben; jährlich lesen wir mit Entsetzen die Statistik der vielen tausend Todesfälle, die durch Schiffbrüche und Eisenbahn-Unfälle, durch Erdbeben und Bergwerks-Katastrophen, durch Kriege und Epidemien „zufällig" veranlaßt sind. Und dann sollen wir noch an eine „liebende Vorsehung" glauben, die für jeden einzelnen dieser armen Verunglückten das Todesloos gezogen hat? Wir sollen

uns mit den hohlen Phrasen der Leichenreden trösten: „Des Herrn Wille geschehe!" „Gottes Wege sind wunderbar!" Solche fadenscheinige Trostgründe mögen unreife Kinder und gedankenträge Kirchengläubige beschwichtigen; sie reichen nicht mehr aus für die reifen Gebildeten des 20. Jahrhunderts, die ehrlich und furchtlos nach voller Erkenntniß der reinen Wahrheit streben.

Zufall und Schicksal. Wenn man unsere monistische und naturgemäße Auffassung des Todeslooses als „trostlos" bezeichnet, so müssen wir erwidern, daß die herrschende dualistische Ansicht lediglich auf erblichen Denkgewohnheiten und mystischen Glaubenslehren beruht, die uns in früher Jugend als „Offenbarungen" eingeprägt werden. Wenn diese durch die fortschreitende Cultur und Naturerkenntniß beseitigt sind, wird sich ergeben, daß der Mensch dadurch für sein irdisches Leben nur Viel gewinnt, Nichts verliert. Ueberzeugt, daß ein ewiges Leben im „Jenseits" nicht zu erwarten ist, wird er um so mehr bestrebt sein, das irdische Leben im „Diesseits" glücklich zu gestalten und in vernünftiger Weise zu seinem eigenen Glück wie zum Besten der menschlichen Gesellschaft zu führen. Wenn man dabei einwendet, daß dann Alles vom blinden Zufall abhängt, nicht von dem bewußten Ziele einer „Vorsehung" oder einer „sittlichen Weltordnung", so muß ich zur Entgegnung auf die Erörterungen verweisen, welche ich am Schlusse des 14. Kapitels der „Welträthsel" über Schicksal und Vorsehung, Ziel, Zweck und Zufall gegeben habe. Wenn man aber fernerhin behauptet, daß unsere realistische Auffassung des Lebens zum Pessimismus führen müsse, so ist auch dieser Einwurf nicht gerechtfertigt.

Ewiges Leben. Die wissenschaftlichen Gründe, welche uns die Annahme einer „persönlichen Unsterblichkeit der Seele" verbieten, habe ich bereits im 11. Kapitel der „Wl." zusammengefaßt. Da aber gerade gegen dieses Kapitel die heftigsten Angriffe von der herrschenden Metaphysik sowohl als von der mit ihr verbündeten christlichen Kirche gerichtet worden sind, muß ich nochmals auf die wichtigsten Punkte zurückkommen. Aus zahlreichen, an mich ge-

richteten Briefen und vielen philosophischen Gesprächen mit Gebildeten aller Classen habe ich mich überzeugt, daß kein anderes Dogma so fest sitzt und für so werthvoll gehalten wird als der Athanismus, der feste Glaube an die persönliche Unsterblichkeit. Die meisten Menschen wollen um keinen Preis die Hoffnung aufgeben, daß ihnen in einem unbekannten „Jenseits" nach dem Tode eine bessere Existenz als im bekannten „Diesseits" geboten wird, und zugleich Vergeltung für die vielen Leiden und Ungerechtigkeiten, die sie auf dieser Erde haben erdulden müssen. In der Vorstellung dieses paradiesischen „Jenseits" spielt gewöhnlich noch die größte Rolle das geocentrische Weltbild des Mittelalters. Troels-Lund hat in seinem Buche über „Himmelsbild und Weltanschauung" gezeigt, wie dasselbe noch thatsächlich bis heute die Metaphysik der meisten Menschen beeinflußt; noch immer ist trotz Kopernikus und Laplace der „Himmel" die halbkugelige blaue Glasglocke, die sich über der Erde wölbt. Noch heute hören wir alltäglich in „schönen Predigten" und glanzvollen Tischreden, bei Paraden und Festacten, die Freuden unseres ewigen Lebens in diesem Himmel preisen; dabei weist der gläubige Redner mit seiner rechten Hand „nach oben" in den unendlichen, von Millionen rotirender Weltkörper durchtobten Himmelsraum, und bedenkt nicht, daß der dadurch angedeutete Radius der Richtung sich in jeder Secunde ändert und in zwölf Stunden die gerade entgegengesetzte Richtung „nach unten" anzeigt. Andere Athanisten befleißigen sich concreterer Anschauung und bezeichnen in ihrer gläubigen Phantasie bestimmte Weltkörper als „Wohnort der unsterblichen Seelen". Unsere moderne Kosmologie, Astronomie und Geologie gestatten uns die Uebertragung solcher schönen Dichtungs-Gebilde in die Wissenschaft durchaus nicht, und ebenso wenig liefern uns die moderne Psychologie, Physiologie, Ontogenie und Phylogenie der Seele irgend einen Beweis für den Athanismus.

Optimismus und Pessimismus. Der Optimismus betrachtet die Welt von ihrer guten, schönen und liebenswürdigen

Seite, der Pessimismus hingegen von der schlechten, häßlichen und abstoßenden Seite. In einzelnen philosophischen und religiösen Systemen ist eine dieser beiden Richtungen consequent durchgeführt; in den meisten Systemen aber sind beide vermischt. Der consequente und reine Realismus ist meistens weder optimistisch noch pessimistisch; er nimmt die Welt eben so, wie sie ist: als einheitliches Ganzes, dessen Natur an sich weder gut noch böse ist. Dagegen nimmt der dualistische Idealismus meistens beide Richtungen in sich vereinigt auf und vertheilt sie auf seine beiden Welten in der Weise, daß das „Diesseits“ (die Erde mit ihren organischen Bewohnern) als ein schlimmes Jammerthal pessimistisch beurtheilt wird, dagegen das „Jenseits“ (der Himmel mit Paradies und Engeln) optimistisch als ein herrlicher Freudenberg, in dem lauter Lust und Glück herrscht. Diese Weltanschauung ist ein Grundelement der meisten dualistischen Religionen und bestimmt sowohl in theoretischer als praktischer Beziehung noch heute die wichtigsten Vorstellungen der Culturmenschheit.

Optimismus (Leibniz). Als der Begründer des consequenten Optimismus gilt Gottfried Leibniz, dessen Philosophie den Gegensatz der verschiedenen Systeme durch Herstellung einer künstlichen Harmonie auszugleichen strebt, in der Hauptsache jedoch Dynamismus blieb, ein Monismus, der der modernen Energetik von Ostwald nahe verwandt ist. Eine compacte Darstellung seines dynamischen Systems gab Leibniz in seiner Monadologie (1714); danach besteht die Welt zwar aus unendlich vielen einzelnen Monaden (die ungefähr unseren „beseelten Atomen“ entsprechen); allein dieser Pluralismus wird dadurch zum Monismus übergeführt, daß Gott als „Centralmonade“ Alle durch ein substanzielles Band in Verbindung erhält. In seiner „Theodicee“ (1710) stellte er dann die Behauptung auf, daß Gott (als „allweiser, allgütiger und allmächtiger Schöpfer der Welt“) mit vollkommener Vernunft die „beste unter allen möglichen Welten“ geschaffen habe; in der „präſtabilirten Harmonie

der Welt" sei überall Gottes vollkommene Güte, Weisheit und Allmacht erkennbar; der einzelne Mensch aber, ebenso wie die ganze Menschheit, besitze eine unbeschränkte Vervollkommnungsfähigkeit. Wer die reale Welt wirklich kennt, wer den überall in der organischen Welt wüthenden „Kampf um's Dasein" nüchtern betrachtet, wer die unendliche Fülle von Elend und Noth aller Art im Menschenleben mitempfindet, kann schwer begreifen, daß ein so scharfsinniger und vielseitig gebildeter Denker, wie Leibniz, in seinem Optimismus beharren konnte. Eher begreiflich ist das bei einem so einseitigen und verschrobenen Metaphysiker wie Hegel, nach dem „alles Wirkliche vernünftig und alles Vernünftige wirklich sein soll!"

Pessimismus (Schopenhauer). Das directe Gegentheil des consequenten Optimismus ist der folgerichtige Pessimismus; wenn das bestehende Universum nach ersterem die beste, so ist es nach letzterem die schlechteste unter allen möglichen Welten. Diese pessimistische Grundauffassung hat ihren Ausdruck schon in den ältesten und noch heute weitestverbreiteten Religionen Asiens gefunden, im Brahmanismus und Buddhaismus; beide indische Religionen sind ursprünglich pessimistisch, zugleich aber atheistisch und idealistisch; das betonte namentlich Schopenhauer, der sie für die vollkommensten von allen Religionen erklärt und ihre wichtigsten Grundgedanken in sein eigenes System aufgenommen hat. Er hält es für „eine schreiende Absurdität, diese elende Welt als die beste unter den möglichen demonstriren zu wollen; diesen Tummelplatz gequälter und geängstigter Wesen, welche nur dadurch bestehen, daß eines das andere verzehrt, und in welcher mit der Erkenntniß die Fähigkeit Schmerz zu empfinden wächst, welche daher im Menschen ihren höchsten Grad erreicht. Wirklich macht auf diesem Schauplatz der Sünde, des Leidens und des Todes der Optimismus eine so seltsame Figur, daß man ihn für Ironie halten müßte, hätte man nicht an der von Hume aufgedeckten geheimen Quelle desselben (— heuchelnde Schmeichelei

gegen Gott, mit beleidigendem Vertrauen auf ihren Erfolg —) eine hinlängliche Erklärung seines Ursprungs. Den handgreiflich sophistischen Beweisen von Leibniz, daß diese Welt die beste unter den möglichen sei, läßt sich ernstlich und ehrlich der Beweis entgegenstellen, daß sie die schlechteste unter den möglichen sei." Uebrigens hat weder Schopenhauer, noch der bedeutendste unter den modernen Pessimisten, Eduard Hartmann, die praktischen Consequenzen des einseitigen Pessimismus gezogen. Man würde ja den „Willen zum Leben" einfach negiren und allen Leiden durch Selbstmord ein Ende machen können.

Selbstmord (Suicidium). Indem wir hier den Selbstmord als Consequenz des extremen Pessimismus berühren, benutzen wir diese Gelegenheit zu einem Seitenblick auf die seltsamen, heute noch darüber bestehenden Widersprüche. Es giebt wenige Probleme des Lebens (ausgenommen die Willensfreiheit und die Unsterblichkeit), über die so widersinnige und gedankenlose Ansichten bis in die neueste Zeit geäußert worden sind. Für den gläubigen Theisten freilich, der das individuelle Leben als ein „gnädiges Geschenk des lieben Gottes" betrachtet, kann es zweifelhaft sein, ob er dasselbe verschmähen oder zurückgeben darf; — obwohl der freiwillige Opfertod für einen anderen Menschen als hohe Tugend gepriesen wird! Von den meisten „gebildeten Menschen" wird noch heute der Selbstmord als eine schwere Sünde angesehen, und in einigen Ländern (Britannien) gilt noch heute der Versuch dazu für strafbar. Im christlichen Mittelalter, das Hunderttausende von Menschen wegen mangelnder Rechtgläubigkeit oder Hexerei lebendig verbrennen ließ, wurden Selbstmörder durch ein schimpfliches Begräbniß bestraft. Dazu bemerkt schon Schopenhauer: „Offenbar hat doch Jeder auf Nichts in der Welt ein so unbestrittenes Recht, wie auf seine eigene Person und sein Leben. Wenn die Criminal-Justiz den Selbstmord verpönt, so ist dies entschieden lächerlich!" Die bedeutungsvollen Fortschritte der Befruchtungslehre in den letzten 30 Jahren haben die sichere Erkenntniß fest-

gestellt, daß das individuelle Leben des Menschen, wie aller anderen Wirbelthiere, mit dem Momente **beginnt**, in welchem die Eizelle der Mutter mit der Spermazelle des Vaters zufällig zusammentrifft; — der blinde **Zufall** spielt dabei dieselbe gewaltige Rolle, wie bei den wichtigsten anderen Lebensverhältnissen; wohlverstanden in dem wissenschaftlichen Begriffe des Wortes „Zufall", den ich am Schlusse des 14. Kapitels der „Welträthsel" erläutert habe. Die wahre Ursache der persönlichen Existenz ist also nicht das Gnadengeschenk eines liebenden „Vaters im Himmel", sondern die sexuelle Liebe der irdischen zeugenden Eltern; oft sind diesen bekanntlich die Folgen des Liebesactes nicht einmal erwünscht. Wenn nun dem armen Menschenkind, das ohne seine Schuld aus der befruchteten Eizelle entsprungen ist, das Leben die erhofften Glücksgüter nicht bringt, sondern statt deren eine unendliche Fülle von Kummer und Noth, Krankheit und Elend aller Art, so hat dasselbe unzweifelhaft das Recht, seinen Qualen durch freiwilligen Tod ein Ende zu machen. Das gestattet jede Religion unter bestimmten Umständen, selbst das Christenthum mit dem Grundsatz: „Wenn Dich Dein Auge ärgert, so wirf es von Dir!" Die herrschende Moral freilich verwirft den „Selbstmord" unter allen Umständen; aber die fadenscheinigen Gründe dagegen sind unhaltbar und werden dadurch nicht besser, daß man ihnen das Mäntelchen der „Religion" umhängt.

Selbsterlösung (**Autolyse**). Der freiwillige Tod, durch den der Mensch seinen unerträglichen Leiden ein Ende macht, ist thatsächlich ein Act der **Erlösung**. Man sollte daher denselben vernünftiger Weise als Selbsterlösung (**Autolyse**) bezeichnen und mit aufrichtiger Theilnahme der christlichen Nächstenliebe betrachten; nicht aber mit der pharisäischen Verachtung unserer wurmstichigen Moral als „Selbstmord" brandmarken. Diese übliche Bezeichnung ist ohnehin sinnlos; denn Mord bedeutet doch die absichtliche Vernichtung eines Menschenlebens wider dessen Willen, während der „Selbstmord" aus freier Selbstbestimmung geschieht. Der „Selbst-

mörder" — richtiger „Selbsterlöser" (Autolyt) ist daher in den meisten Fällen bemitleidenswerth, aber nicht verächtlich, oder gar „sündhaft" und strafwürdig. Unsere gewohnte Gesellschafts-moral bewegt sich aber hier, wie in tausend anderen Fällen, noch heute in den sinnlosesten Widersprüchen. Der moderne „Cultur-staat" hat die „allgemeine Wehrpflicht" eingeführt; er verlangt jetzt von jedem Staatsbürger, daß er auf Kommando sein Leben für das Vaterland läßt, und dabei im Kriege aus irgend welchen politischen Gründen möglichst viel Menschenleben des „Feindes" vernichtet (— eine treffende Illustration zu den Worten des Evan-geliums: „Liebet Eure Feinde!" —). Aber derselbe Culturstaat gewährt nicht einmal allen seinen Staatsbürgern die Mittel zur menschenwürdigen Existenz und zur freien geistigen Entwickelung der Individualität, — ja nicht einmal das „Recht zur Arbeit", durch die er seine und seiner Familie Existenz fristen kann.

Wir erkennen gern die großen Fortschritte an, die unsere moderne Social-Politik zur Besserung des Looses der niederen Volksklassen, zur Förderung der Hygiene, des Unterrichts, des leiblichen und geistigen Wohles der Culturmenschen herbeigeführt hat; aber wir sind noch immer weit entfernt von den erreichbaren Zielen des allgemeinen Wohlstandes und Glückes, welche die „reine Vernunft" als Programm für die höheren Culturvölker hingestellt hat. Dabei nimmt Noth und Elend in den niederen Volksschichten nothwendiger Weise immer mehr zu, je weiter die Arbeitstheilung und zugleich die Uebervölkerung im Culturstaate sich entwickelt. Tausende von tüchtigen und arbeitsamen Menschen gehen alljährlich ohne ihre Schuld zu Grunde, Viele bloß deshalb, weil sie bescheiden und ehrlich sind; Tausende verhungern, weil sie beim besten Willen keine Arbeit finden können; Tausende fallen den herzlosen An-sprüchen unseres eisernen „Maschinen-Zeitalters" mit seiner hyper-trophischen Technik und Industrie zum Opfer. Hingegen sehen wir Tausende von verächtlichen Charakteren zu Glück und Wohl-

stand gelangen, weil sie in gewissenloser Speculation ihre Mitmenschen schlau zu betrügen verstehen, oder weil sie den einflußreichen „maßgebenden" Personen der höheren Stellen schmeicheln und dienstwillig sind. Da ist es kein Wunder, wenn die Statistik des Selbstmordes gerade in den höchst entwickelten Culturstaaten eine beständige Zunahme der Ziffern zeigt. Jeder gute Mensch, der wahre „christliche Nächstenliebe" besitzt, sollte dem hoffnungslos leidenden Bruder die „ewige Ruhe" und Befreiung vom Schmerze gönnen, die er durch freiwillige Selbsterlösung erreicht.

Erlösung vom Uebel. Die siebente Bitte des „Vaterunser", des dritten Hauptstückes des christlichen Katechismus, das Millionen von Christen täglich im Munde führen, lautet: „Erlöse uns von dem Uebel." Wenn wir fragen: „Was ist das?" (— drei Worte, die den besten Theil des ganzen Katechismus bilden! —), so antwortet uns Luther: „Wir bitten in diesem Gebet, als in der Summe, daß uns der Vater im Himmel von allerlei Uebel Leibes und der Seele, Gutes und Ehre erlöse: und zuletzt, wenn unser Stündlein kommt, ein seliges Ende beschere, und mit Gnaden von diesem Jammerthal zu sich nehme in den Himmel." Wenn wir diese Sätze im Lichte unserer heutigen monistischen Weltanschauung betrachten, müssen wir natürlich von den abergläubigen Vorstellungen des Mittelalters absehen, die noch vor vierhundert Jahren unsere barbarischen Ahnen mit dem Glauben an den „gnädigen Herrn im Himmel" und an die unsterbliche Seele in dessen Paradies-Palaste verbanden. Es bleiben dann übrig die Bitten um „Erlösung von allerlei Uebel Leibes und der Seele, Gutes und Ehre".

Die Mannigfaltigkeit und Zahl, die Schwere und Qual dieser Uebel hat im Culturleben des 19. Jahrhunderts in demselben Maße zugenommen, in welchen auf der anderen Seite die Fortschritte der Kunst und Wissenschaft, die vernünftigen Reformen unseres persönlichen und socialen Lebens erstaunlich gewachsen sind. Unser heutiges höheres Culturleben hat dadurch unendlich an Werth gewonnen, daß im Zeitalter der Dampfmaschinen und der Elektrotechnik Zeit und Raum eine ganz andere Bedeutung erhalten haben; wir können unser häusliches und öffentliches Leben viel angenehmer und nutzbringender gestalten, eine viel größere Summe von geistigen Genüssen in uns aufnehmen, als unseren Großeltern vor hundert Jahren möglich war.

Aber Hand in Hand damit geht auch ein viel größerer Verbrauch an Nerven-Energie; unser Gehirn wird viel stärker angestrengt und abgenutzt, unser Körper viel mehr gereizt und überarbeitet, als es vor hundert Jahren geschah. Viele moderne Culturkrankheiten nehmen in erschreckendem Maße zu; vor Allen fordern die Neurasthenie und andere Nervenkrankheiten jährlich eine größere Anzahl von Opfern. Die Irrenhäuser nehmen alljährlich an Zahl und Umfang zu; allenthalben entstehen Sanatorien, in denen der gehetzte Culturmensch Zuflucht und Heilung von seinen Uebeln sucht. Viele von diesen Uebeln sind völlig unheilbar, und viele Kranke gehen dem sicheren Tode unter namenlosen Qualen entgegen. Sehr viele von diesen armen Elenden warten mit Sehnsucht auf ihre „Erlösung vom Uebel" und sehnen das Ende ihres qualvollen Lebens herbei; da erhebt sich die wichtige Frage, ob wir als mitfühlende Menschen berechtigt sind, ihren Wunsch zu erfüllen und ihre Leiden durch einen schmerzlosen Tod abzukürzen.

Diese Frage ist von eminenter Bedeutung sowohl für die praktische Philosophie als für die juristische und medicinische Lebens-Praxis; und da die Ansichten darüber noch heute sehr weit auseinander gehen, erscheint es geboten, sie hier zu berühren. Ich gehe von meiner persönlichen Ansicht aus, daß das Mitleid (Sympathie) nicht nur eine der edelsten und schönsten Gehirnfunctionen des Menschen, sondern auch eine der ersten und wichtigsten socialen Bedingungen für das gesellige Leben der höheren Thiere ist. Die Gebote der christlichen Liebe, die das Evangelium mit Recht in den Vordergrund der Ethik stellt, sind nicht von Christus zuerst entdeckt, wohl aber von ihm und seinen Jüngern mit größten Erfolge geltend gemacht zu einer Zeit, wo der raffinirte Egoismus die überfeinerte römische Culturwelt dem Zerfall entgegen führte. Thatsächlich bestanden die natürlichen Gebote der Sympathie und des Altruismus nicht nur Jahrtausende vorher in der menschlichen Gesellschaft, sondern auch bei allen höheren Thieren, die in Herden oder Staaten vereinigt leben; sie haben ihre älteste phylogenetische Wurzel sogar schon in der geschlechtlichen Fortpflanzung der niederen Thiere, in der sexuellen Liebe und Brutpflege (Neomelie), auf der die Erhaltung der Art beruht. Daher sind die modernen Propheten des reinen Egoismus, Friedrich Nietzsche, Max Stirner u. s. w. in biologischem Irrthum, wenn sie allein ihre „Herrenmoral" an Stelle der allgemeinen Menschenliebe setzen wollen und wenn sie das Mitleid als

eine Schwäche des Charakters oder als einen moralischen Irrthum des Christenthums verspotten. Gerade in der Betonung des „Mitleidens" liegt der hohe ethische Werth der christlichen Lehre, der immer fortdauern wird, wenn seine morschen Dogmen längst in Trümmer zerfallen sind. Nur sollte man dieses hehre Gebot der Nächstenliebe nicht auf den Menschen allein beschränken, sondern auch auf seine „nächsten Verwandten", die höheren Wirbelthiere, ausdehnen, und überhaupt auf alle Thiere, bei denen wir auf Grund ihrer Gehirn-Organisation bewußte Empfindung, das Bewußtsein von Lust und Schmerz annehmen dürfen. So sollten wir namentlich bei den Hausthieren, die wir täglich in unserem Dienst verwenden und deren Seelen-Verwandtschaft mit dem Menschen unzweifelhaft ist, darauf Bedacht nehmen, ihre bescheidenen Lebensfreuden zu vermehren und ihren Schmerz zu vermindern. Treue Hunde und edle Pferde, mit denen wir jahrelang zusammen gelebt haben und die wir lieben, tödten wir mit Recht, wenn sie in hohem Alter hoffnungslos erkrankt sind und von schmerzlichen Leiden gepeinigt werden. Ebenso haben wir das Recht, oder wenn man will die Pflicht, den schweren Leiden unserer Mitmenschen ein Ende zu bereiten, wenn schwere Krankheit ohne Hoffnung auf Besserung ihnen die Existenz unerträglich macht und wenn sie selbst uns um „Erlösung vom Uebel" bitten. Indessen sind die Ansichten der Aerzte über diese Frage noch sehr verschieden, wie ich aus vielfachen Gesprächen darüber selbst erfahren habe. Viele erfahrene Aerzte, die ihren schweren Beruf mit reiner Menschenliebe und frei von dogmatischen Vorurtheilen ausüben, tragen kein Bedenken, die schweren Leiden von hoffnungslosen Kranken auf deren Wunsch durch eine Gabe Morphium oder Cyankalium abzukürzen; thatsächlich wird ja vielfach durch einen solchen plötzlichen schmerzlosen Tod nicht nur dem Nothleidenden selbst, sondern auch seiner mitleidenden Familie der größte Dienst erwiesen. Andere Aerzte hingegen, und wohl die meisten Juristen, sind der Ansicht, daß diese Handlung des Mitleids nicht erlaubt oder sogar ein Verbrechen sei; der Arzt habe die Pflicht, unter allen Umständen das Menschenleben so lange als möglich zu erhalten. Warum?

Medicin und Philosophie. Indem ich hier eine der wichtigsten und für die ärztlichen Gewissen schwierigsten Fragen der socialen Ethik berühre, benutze ich die Gelegenheit, die Stellung der Aerzte zur monistischen Philosophie überhaupt zu betrachten. Es ist

jetzt ein halbes Jahrhundert verflossen, seitdem ich als Student der Medicin im Julius-Hospital zu Würzburg die Kliniken besuchte. Zwar habe ich später, nachdem ich 1857 die medicinische Staatsprüfung bestanden, die ärztliche Praxis nur kurze Zeit ausgeübt; aber die gründliche Kenntniß des menschlichen Organismus, seines anatomischen Baues und seiner physiologischen Functionen, die ich mir dadurch erworben hatte, ist für mich von unschätzbarem Werthe geblieben. Nicht allein verdanke ich derselben die solide empirische Grundlage für das specielle Fachstudium meines Lebens, die Zoologie, sondern auch die monistische Richtung meiner ganzen Weltanschauung. Da die medicinische Bildung in weitestem Sinne die Anthropologie umfaßt — und demnach auch die Psychologie umfassen sollte! —, kann ihr Werth für die speculative Philosophie gar nicht hoch genug angeschlagen werden. Die scholastischen Metaphysiker, die noch heute die Lehrstühle der Philosophie auf unseren Universitäten als ihr Monopol betrachten, würden ihre dualistischen Grundirrthümer größtentheils vermieden haben, wenn sie sich gründliche Kenntnisse in der menschlichen Anatomie und Physiologie, Ontogenie und Phylogenie erworben hätten. Aber auch die Pathologie, das Studium des kranken Menschen, ist für den Philosophen höchst lehrreich. Insbesondere gewinnt der Psychologe durch das Studium der Geisteskrankheiten und ihrer Entwickelung, namentlich durch den Besuch der psychiatrischen Klinik, tiefe Einblicke in das Geistesleben, die dem speculativen Metaphysiker ohne dieselben verschlossen bleiben.

Es giebt nur wenige erfahrene und denkende Aerzte, die den traditionellen Glauben an die „unsterbliche Seele" und den „lieben Gott" wirklich haben festhalten können. Was soll der „unsterbliche Geist im ewigen Leben" des Jenseits machen, wenn er schon hier im Diesseits gänzlich zerrüttet oder schon als Idiot oder Kretin geboren ist? Wie kann der „liebende Allvater" den unglücklichen Verbrecher zu ewiger Höllenstrafe verdammen, da er selbst doch ihn erblich belastet und in verhängnißvolle Umstände versetzt hat, unter denen er, beim Mangel der Willensfreiheit, seine Sünden nothwendig begehen mußte? Und wie kann der „allmächtige Gott und Vater der Liebe" die unermeßliche Summe von Noth und Elend, Jammer und Unglück verantworten, die er alljährlich im Leben der Familien und der Staaten, in den Hospitälern und Großstädten sich abspielen läßt? Es ist kein Wunder, wenn das alte Sprichwort recht hat: „Ubi tres medici,

duo sunt athei" (Unter drei Aerzten sind stets zwei gottlos). Ein medicinischer Studiengenosse von mir war ein alter, ebenso erfahrener als menschenfreundlicher Arzt, der die ganze Welt auf weiten Reisen kennen gelernt und dann als Director eines großen Krankenhauses die tiefsten Blicke in das Elend der leidenden Menschheit gethan hatte. Ursprünglich von frommen Eltern religiös erzogen und mit weichem poetischen Gemüth begabt, war er erst durch das medicinische Studium unter harten Seelenkämpfen an dem liebgewordenen Kinderglauben irre geworden (— ebenso wie ich im 21. Lebensjahre —). Als wir kurz vor seinem Tode über die großen Mysterien der Lebenswunder uns unterhielten, sagte er zu mir: „So wenig ich den Glauben an die unsterbliche Seele und ihre Willensfreiheit mit meinen psychologischen Erfahrungen vereinigen kann, so wenig vermag ich im ganzen Weltall eine Spur von einer „sittlichen Weltordnung und einer liebevollen Vorsehung" zu finden; wenn wirklich ein bewußter vernünftiger Gott die Welt regiert, so kann diese immaterielle Persönlichkeit kein Gott der Liebe sein, sondern nur ein allgewaltiger Dämon, dessen ständige Unterhaltung ein ewiges, mitleidloses Wechselspiel von „Werden und Vergehen", von Aufbauen und Zerstören ist." Trotzdem finden sich immer noch hie und da gebildete und intelligente Aerzte, welche den Glauben an die drei Central-Mysterien der Metaphysik festhalten — ein Beweis für die ungeheure Macht der dogmatischen Tradition und der religiösen Vorurtheile.

Lebenserhaltung. Als ein traditionelles Dogma müssen wir auch die weitverbreitete Meinung beurtheilen, daß der Mensch unter allen Umständen verpflichtet sei, das Leben zu erhalten und zu verlängern, auch wenn dasselbe gänzlich werthlos, ja für den schwer Leidenden und hoffnungslos Kranken nur eine Quelle der Pein und der Schmerzen, für seine Angehörigen ein Anlaß beständiger Sorgen und Mitleiden ist. Hunderttausende von unheilbaren Kranken, namentlich Geisteskranke, Aussätzige, Krebskranke u. s. w. werden in unseren modernen Culturstaaten künstlich am Leben erhalten und ihre beständigen Qualen sorgfältig verlängert, ohne irgend einen Nutzen für sie selbst oder für die Gesammtheit. Besonders lehrreich dafür ist die Statistik der Geisteskranken, die Zunahme der Irrenanstalten und Nerven-Sanatorien in der Gegenwart. In Preußen allein wurden 1890 in den Irrenanstalten 51 048 Geisteskranke gepflegt (davon über 6000 allein in Berlin); mehr als der zehnte Theil davon war

ganz unheilbar (4000 allein an Paralyse leidend). In Frankreich waren 1871 in Irrenanstalten 49 589 Kranke untergebracht (13,8 pro Mille der Bevölkerung), 1888 dagegen 70 443 (18,2 pro Mille); also war im Laufe von 17 Jahren die absolute Zahl der Kranken fast um 30 % gestiegen (29,6 %), während die Zahl der ganzen Bevölkerung nur um 5,6 % sich vermehrt hat. In neuester Zeit beträgt die Gesammtzahl der Geisteskranken in den Culturstaaten durchschnittlich 5—6 pro Mille. Nimmt man die Gesammtzahl der Bevölkerung von Europa auf 390—400 Millionen an, so befinden sich darunter also mindestens zwei Millionen Geisteskranke, und unter diesen mehr als 200 000 Unheilbare. Welche ungeheure Summe von Schmerz und Leid bedeuten diese entsetzlichen Zahlen für die unglücklichen Kranken selbst, welche namenlose Fülle von Trauer und Sorge für ihre Familien, welche Verluste an Privatvermögen und Staatskosten für die Gesammtheit! Wieviel von diesen Schmerzen und Verlusten könnte gespart werden, wenn man sich endlich entschließen wollte, die ganz Unheilbaren durch eine Morphium-Gabe von ihren namenlosen Qualen zu befreien! Natürlich dürfte dieser Akt des Mitleids und der Vernunft nicht dem Belieben eines einzelnen Arztes anheimgestellt werden, sondern müßte auf Beschluß einer Commission von zuverlässigen und gewissenhaften Aerzten erfolgen. Ebenso müßte auch bei anderen unheilbaren und schwer leidenden Kranken (z. B. Krebskranken) die „Erlösung vom Uebel" nur dann durch eine Dosis schmerzlos und rasch wirkenden Giftes erfolgen, wenn sie ausdrücklich auf deren eigenen, eventuell gerichtlich protokollirten Wunsch geschähe, und durch eine vereidete Commission ausgeführt würde.

Spartanische Selection. Die alten Spartaner verdankten einen großen Theil ihrer hervorragenden Tüchtigkeit, sowohl körperlicher Kraft und Schönheit, als geistiger Energie und Leistungsfähigkeit, der alten Sitte, neugeborene Kinder, die schwächlich und krüppelhaft waren, zu tödten. Dieselbe Gewohnheit findet sich noch heute bei manchen Naturvölkern und Barbaren. Als ich 1868 (im 7. Vortrage der Nat. Schöpf.) auf die Vorzüge dieser spartanischen Selection und ihren Nutzen für die Verbesserung der Rasse hingewiesen hatte, erhob sich in frommen Blättern ein gewaltiger Sturm der Entrüstung, wie jedesmal, wenn die „reine Vernunft" es wagt, den herrschenden Vorurtheilen und traditionellen Glaubenssätzen der öffentlichen Meinung entgegen zu treten. Ich frage dagegen: Welchen Nutzen hat die

Menschheit davon, daß die Tausende von Krüppeln, die alljährlich geboren werden, Taubstumme, Kretinen, mit unheilbaren erblichen Uebeln Belastete u. s. w. künstlich am Leben erhalten und groß gezogen werden? Und welchen Nutzen haben diese bemitleidenswerthen Geschöpfe selbst von ihrem Leben? Ist es nicht viel vernünftiger und besser, dem unvermeidlichen Elend, das ihr armseliges Leben für sie selbst und ihre Familie mit sich bringen muß, gleich von Anfang an den Weg abzuschneiden? Man darf dagegen nicht den Einwand machen, daß die Religion das verbiete; das Christenthum gebietet vielmehr, das Leben für unsere Brüder zu lassen, und es von uns zu werfen, wenn es uns ärgert, d. h. wenn es eine nutzlose Qual für uns selbst und unsere Angehörigen ist. In Wahrheit sträubt sich dagegen vielmehr das sogenannte „Gemüth" und die traditionelle Macht der Sitte, d. h. der erblichen Gewohnheit, der schon im frühesten Jugendunterricht der Mantel der Religion umgehängt wird, mag sie auch noch so sehr auf Unvernunft und Aberglauben begründet sein. Solche „heilige Sitten" sind eben zum großen Theil die schädlichsten Unsitten! „Es schleppen sich Gesetz und Rechte wie eine ewige Krankheit fort," — das gilt auch für die socialen Gewohnheiten und Sitten, von denen Gesetz und Rechte abstammen. Das Gemüth aber sollte in so wichtigen ethischen Fragen niemals die Gründe der reinen Vernunft aufheben. Wie ich schon im 1. Kap. der „Welträthsel" betonte, ist das Gemüth zwar eine sehr liebenswürdige, aber zugleich höchst gefährliche Gehirn-Function; mit der Erkenntniß der Wahrheit hat dasselbe so wenig zu thun wie die sogenannte „Offenbarung". Das zeigt am besten der Dualismus von Kant selbst, dessen „Mundus intelligibilis" wesentlich ein Product des gläubigen Gemüthes war.

Sechstes Kapitel.

Plasma.

Die lebendige Substanz. Physik, Chemie und Structur des Plasma. Karyoplasma und Cytoplasma. Plasma-Diffacte und Plasma-Producte.

„Die Schranken der empirischen Beobachtung und der experimentellen Erforschung der organischen Welt sind bereits so weit nach innen gerückt, daß sie in allen Organismen und in allen Theilen der Thiere und Pflanzen (— in den Muskeln und Nerven, in den Absonderungs-Organen und in den Stützgeweben —) immer nur einen und denselben Inhalt umschließen, nämlich jene Substanz, die wir jetzt als *Protoplasma* bezeichnen. Hier beginnt das legitime Gebiet der Hypothese. *Da alle vitalen Processe sich innerhalb des Protoplasma abspielen*, so wird diese Hypothese vor Allem darauf angewiesen sein, eine anschauliche, an bekannte Zustände und Vorgänge in der *anorganischen Natur* anknüpfende Darstellung von der physikalischen Anordnung und der chemischen Zusammensetzung dieser lebenden Substanz und von den in ihr ablaufenden elementaren Processen zu gewinnen."

Max Kassowitz (1899).

Inhalt des sechsten Kapitels.

Plasma ist die allgemeine lebendige Substanz. Begriff des Protoplasma, chemisch und morphologisch. Physikalischer Charakter. Festflüssiger Aggregatzustand. Chemische Analyse. Colloid-Natur des Albumin. Eiweiß-Molecüle Elementar-Structur des Plasma. Arbeiten des Plasma. Protoplasma und Metaplasma. Structuren des Metaplasma. Schaumstructur. Gerüststructur. Fadenstructur. Körnchenstructur. Molecularstructur. Plasma-Molecüle. Plastidule und Biogene. Micellen und Biophoren. Karyoplasma und Cytoplasma. Kernsubstanz. Chromatin und Achromin. Nucleolus und Centrosoma. Karyotheke und Karyolymphe. Zellsubstanz. Plasma-Diffacte. Plasma-Producte. Innere Plasma-Producte. Aeußere Plasma-Producte. Zellmembran. Intercellar-Substanz. Cuticular-Substanz.

Literatur.

Max Schultze, 1861. Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig.

Ernst Haeckel, 1862. Monographie der Radiolarien: Sarcode und Protoplasma.

Derselbe, 1876. Ueber die Wellenzeugung der Lebenstheilchen oder die Perigenesis der Plastidule. II. Bd. der Ges. Vorträge. 1902. Bonn.

Derselbe, 1894. Phylogenie der Protisten. Erster Band der Systematischen Phylogenie. Berlin.

Carl Naegeli, 1884. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München.

Adalbert Hanstein, 1879. Das Protoplasma. (Populär.) Heidelberg.

R. Altmann, 1890. Die Elementar-Organismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig.

Julius Wiesner, 1891. Die Elementar-Structur und das Wachsthum der lebenden Substanz. Wien.

Oscar Hertwig, 1892 Die Zelle und die Gewebe. Jena.

Otto Bütschli, 1892. Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig.

Max Verworn, 1894. Von der lebendigen Substanz (Protoplasma). II. Kapitel der Allgemeinen Physiologie. IV. Aufl. 1903. Jena.

Ludwig Rhumbler, 1899. Allgemeine Zellenmechanik. Göttingen.

Franz Hofmeister, 1901. Die chemische Organisation der Zelle. Braunschweig.

Richard Neumeister, 1903. Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen. Ein Beitrag zum Begriff des Protoplasma. Jena.

Otto Fürth, 1903. Vergleichende chemische Physiologie der niederen Thiere. Jena.

Max Kassowitz, 1899. Aufbau und Zerfall des Protoplasma. Erster Band der Allgemeinen Biologie. Wien.

Unter dem Namen Plasma — im weitesten Sinne! — begreifen wir ganz im Allgemeinen die „Lebendige Substanz", oder alle Körper, die activ als die „materielle Grundlage der organischen Lebenserscheinungen" sich zeigen. Gewöhnlich wird dafür noch die Bezeichnung „Protoplasma" verwendet; indessen hat dieser älteste, historisch wichtige Begriff in Folge vielfach verschiedener Verwendung eine so mannigfaltige Wandlung der Bedeutung nach Inhalt und Umfang erfahren, daß es zweckmäßig ist, ihn nur noch im engeren Sinne zu gebrauchen. Dazu kommt, daß in den letzten Jahren die Untersuchungen über das Protoplasma eine gewaltige Ausdehnung erfahren haben und dabei zahlreiche neue Namen aufgestellt worden sind, die alle aus dem Worte Plasma und einem untergeordneten Attribut zusammengesetzt sind; sie erscheinen als „besondere Arten" des allgemeinen „Plasma-Begriffes" oder als „specielle Modificationen" dieser „generellen Grundsubstanz", so z. B. Metaplasma, Archiplasma u. s. w.

Begriff des Protoplasma. Der Botaniker Hugo Mohl, der 1846 den Begriff des Protoplasma aufstellte, verstand darunter einen Theil des Inhaltes der gewöhnlichen Pflanzenzelle, nämlich jene zähflüssige, von Schleiden als „Zellenschleim" bezeichnete Substanz, die an der Innenfläche der Cellulose-Wand sich ausbreitet, oft auch ein veränderliches Netzwerk oder Gerüst innerhalb des wässerigen Zellsaftes bildet und charakteristische Bewegungen zeigt. Mohl unterschied diese bedeutungsvolle Wandschicht — als wesentlichen Bestandtheil der Pflanzenzelle! — unter dem Namen

„Primordialschlauch“ und nannte dessen Substanz, als chemisch von den übrigen Zelltheilen verschieden, Protoplasma, d. h. das zuerst Gebildete, das „älteste Gebilde“ des Organismus. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, daß Mohl, der Begründer des Protoplasma-Begriffes, denselben rein chemisch auffaßte, nicht morphologisch, wie Oscar Hertwig und viele neuere Zellenforscher. Ich werde diesen ursprünglichen chemischen Begriff des Protoplasma — oder kurz „Plasma“ — beibehalten. In diesem Sinne verstand ihn auch Max Schultze, der 1860 die außerordentliche Bedeutung und allgemeine Verbreitung desselben in allen lebenden Zellen nachwies und die wichtige Reform der Zellen-Theorie herbeiführte, die wir später besprechen werden.

Die Verwechselung des chemischen und des morphologischen Begriffes von Protoplasma ist überaus verhängnißvoll für die neuere Biologie geworden und hat große Verwirrung herbeigeführt. Sie rührt daher, daß meistens der Gegensatz zwischen den beiden wesentlichen Bestandtheilen des modernen Zellbegriffes, der anatomische Unterschied zwischen Zellenkern und Zellenleib, nicht klar formulirt wurde. Der innere Zellkern (Nucleus oder Karyon) erschien als ein fester, geformter, morphologisch bestimmter Zellbestandtheil; die äußere weichere Masse hingegen, die wir jetzt Zellenleib nennen (Celleus oder Cytosoma), als „formloses“, nur chemisch definirbares „Protoplasma“. Erst viel später ergab sich, daß auch die chemische Beschaffenheit des Zellkerns derjenigen des Zellenleibes nächst verwandt ist, und daß man das „Karyoplasma“ des ersteren mit dem „Cytoplasma“ des letzteren passend unter dem allgemeinen Begriff des Plasma vereinigen kann. Alle übrigen Substanzen, die sonst noch im lebendigen Organismus vorkommen, sind Producte oder Derivate dieses activen Plasma.

Charakter des Plasma. Bei der außerordentlichen Bedeutung, die wir demgemäß dem Plasma — als dem universalen „Träger aller Lebenserscheinungen“ (— oder der „physikalischen Basis des Lebens“, wie Huxley sagte —) zuschreiben müssen, ist

es natürlich von höchster Wichtigkeit, alle Eigenschaften desselben, und zunächst die chemischen, klar festzustellen. Diese Aufgabe wird aber dadurch sehr erschwert, daß das Plasma in den meisten organischen Zellen mit anderen Substanzen, mit den mannigfaltigsten „Plasma-Producten" eng verbunden und selten rein zu isoliren, nirgends aber in größerer Menge ganz rein zu erhalten ist. Wir sind also hier größtentheils auf die unvollkommenen, oft vieldeutigen Ergebnisse der mikroskopischen und mikrochemischen Forschung angewiesen.

Physikalischer Charakter des Plasma. In allen Fällen, wo es unter großen Schwierigkeiten gelungen ist, das Plasma möglichst rein zu untersuchen und von den Plasma-Producten zu sondern, erscheint es als eine farblose, zähflüssige Masse, deren wichtigste physikalische Eigenschaft ihre eigenthümliche Dichtigkeit, ihr besonderer Aggregat-Zustand ist. Die Physik unterscheidet an den anorgischen Naturkörpern bekanntlich drei verschiedene Aggregat-Zustände, den festen, flüssigen und gasförmigen. Das active lebende Protoplasma kann, streng genommen, weder als „tropfbar flüssig", noch als „fest" im Sinne der Physik aufgefaßt werden; vielmehr nimmt es einen mittleren Zustand zwischen Beiden ein, der am einfachsten als „festflüssig" oder zähflüssig bezeichnet werden kann; am besten vergleichbar einer erkaltenden Gallerte oder Leimlösung. Wie bei dieser letzteren alle Zwischenstufen der „erstarrenden" Masse zwischen dem „ganz festen" Körper und der „tropfbaren Flüssigkeit" sich finden, so gilt dasselbe auch vom Plasma. Die Ursache dieser „weichen Beschaffenheit" ist der ansehnliche Wassergehalt der lebenden Substanz, der meistens mehr als die Hälfte ihres Volumens und ihres Gewichts beträgt. Das Wasser ist zwischen den Plasma-Molecülen oder den kleinsten Theilchen der „lebendigen Substanz" in ähnlicher Weise vertheilt, wie das Krystallwasser in den Salzkrystallen, aber mit dem wesentlichen Unterschiede, daß seine Menge im Plasma sehr veränderlich ist und beständig wechseln kann. Darauf beruht die Quellungsfähigkeit oder das

Imbibitions-Vermögen des Plasma, die leichte Beweglichkeit seiner Molecüle, die für das Zustandekommen der Lebensthätigkeiten von höchster Bedeutung ist. Dieses Quellungsvermögen hat aber für jede Plasma-Art seine bestimmte Grenze; das lebendige Plasma löst sich nicht im Wasser auf, sondern setzt dem weiteren Eindringen von Wasser jenseits dieser Grenze absoluten Widerstand entgegen.

Chemischer Charakter des Plasma. Die Chemie der „lebendigen Substanz" ist der wichtigste und interessanteste, aber auch zugleich der schwierigste und dunkelste Theil der gesammten biologischen Chemie. Trotz der unzähligen, scharfsinnigen und sorgfältigen Untersuchungen, die darüber in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts von den tüchtigsten Physiologen und Chemikern angestellt wurden, sind wir noch heute von einer befriedigenden Lösung dieser biologischen Fundamental-Aufgabe weit entfernt. Das liegt einerseits an den außerordentlichen Schwierigkeiten, die sich der Herstellung des reinen lebendigen Plasma und seiner empirischen chemischen Analyse entgegenstellen, anderseits an den vielfachen Irrungen und Mißverständnissen, die sich aus der einseitigen Behandlung der schwierigen Aufgabe, und namentlich aus der Verwechselung des chemischen und morphologischen Begriffes des Plasma ergeben. So erklären sich die auffälligen Widersprüche, welche darüber noch heute zwischen den angesehensten Chemikern und Physiologen, Zoologen sowohl als Botanikern, sich gegenüber stehen. Da wir auf die bezügliche umfangreiche, höchst verwickelte und widerspruchsreiche Literatur hier nicht eingehen können, begnüge ich mich mit dem Hinweise auf die S. 138 angeführten Schriften und fasse hier kurz die Ergebnisse zusammen, zu denen ich selbst durch deren kritische Prüfung und auf Grund meiner eigenen (1859 begonnenen) Plasma-Studien gelangt bin.

Chemischer Begriff des Plasma. Gleich am Eingange dieser fundamentalen Betrachtung müssen wir zunächst darüber klar werden, daß Protoplasma (— in der allgemeinsten hier festgehaltenen Bedeutung! —) ein chemischer Begriff ist, und nicht ein „Gemenge von verschiedenen Substanzen" oder ein „Gemisch von einer

kleinen Menge fester Substanzen mit reichlicher Flüssigkeit". Sehr treffend bemerkt hierüber der Biochemiker Richard Neumeister (l. c. p. 45): „Wir suchen das Wesen des Protoplasma in eigenthümlichen Vorgängen, die sich in seiner Materie abspielen. Das Protoplasma ist für uns ein chemischer Begriff, und zwar so ausgesprochen, daß sich die höchsten chemischen Leistungen, welche überhaupt denkbar sind, in ihm verkörpern." Auch die Auffassung von Oscar Hertwig, daß die lebende Substanz ein „Gemisch" oder ein „Gemenge" zahlreicher chemischer Stoffe sei, muß ich von meinem Standpunkt aus ablehnen; denn als Gemisch oder Gemenge bezeichnet doch die chemische Ausdrucksweise verschiedenartige Gase oder pulverförmige Substanzen, welche sich gegen einander völlig indifferent verhalten, eine Eigenschaft, die bei den verschiedenen Bestandtheilen des Protoplasma gewiß nicht vorliegt. Wenn man von der lebenden Substanz oder dem Protoplasma spricht, so schließt diese allgemeine Bezeichnung natürlich nicht aus, daß die lebende Materie in jedem besonderen Fall eine ganz specifische Zusammensetzung besitzt. — Wenn dagegen viele Biologen noch heute das „Protoplasma" als ein „Gemenge verschiedener Substanzen" auffassen, so rührt dieser Irrthum meistens daher, daß sie den chemischen Begriff nicht scharf von dem morphologischen unterscheiden, und daß sie gewisse Structur-Verhältnisse des Plasma als primär betrachten, die erst secundär im Zellenkörper selbst als Producte seiner Lebensthätigkeit auftreten.

Chemische Analyse des Plasma. Schon die älteren Biologen, die zuerst den Begriff des Protoplasma aufstellten und näher untersuchten, erkannten, daß diese „lebendige Substanz" zu der chemischen Gruppe der Eiweißkörper (Albumine oder Proteïne) gehöre. Die zahlreichen Merkmale, durch welche sich diese stickstoffhaltigen Kohlenstoff-Verbindungen von allen anderen chemischen Verbindungen qualitativ unterscheiden, das Verhalten gegen Säuren und Basen, die eigenthümlichen Farben-Reactionen gegen gewisse Salze, die Zersetzungs-Producte u. s. w., verhalten

sich bei sämmtlichen Plasmakörpern ebenso wie bei sämmtlichen anderen Eiweißkörpern. Damit stimmt auch das Ergebniß der quantitativen Analyse überein. So verschieden sich auch sonst im Einzelnen die mannigfaltigen Plasmakörper verhalten, so zeigen sie doch stets dieselbe allgemeine Zusammensetzung aus den fünf „organogenen Elementen" wie die übrigen Albuminkörper, nämlich dem Gewicht nach: 51—54 % Kohlenstoff, 21—23 % Sauerstoff, 15—17 % Stickstoff, 6—7 % Wasserstoff und 1—2 % Schwefel. Die Art und Weise, in welcher die Atome dieser fünf Elemente im Albumin verbunden und ihre Molecüle gruppirt sind, ist aber höchst verwickelt und mannigfaltig; daher erfordert die Frage nach der chemischen Natur der Plasmakörper zunächst einen Blick auf die größere Gruppe der Eiweißkörper, zu der sie gehören.

Eiweiß (Albumin oder Proteïn). Unter allen uns bekannten Körpern sind die Kohlenstoff-Verbindungen, die man unter dem chemischen Begriff der Albumine oder Proteïne zusammenfaßt, die merkwürdigsten, leider aber zugleich die wenigst bekannten. Denn ihre genauere Erforschung stößt auf außerordentliche Schwierigkeiten, mehr als in jeder anderen Gruppe von chemischen Verbindungen. Wie ungefähr das gewöhnliche Eiweiß sich verhält, weiß Jedermann aus dem durchsichtigen, zähflüssigen Eiweiß, das die gelbe Dotterkugel im Hühner-Ei umhüllt und das beim Kochen zu einer weißen, undurchsichtigen, festen Masse gerinnt. Aber diese besondere Albumin-Form, wie sie in größerer Menge aus den großen Eiern der Vögel und Reptilien leicht zu gewinnen ist, stellt nur eine von den unzähligen Eiweiß-Arten oder „Proteïn-Species" dar, wie sie in den Körpern der verschiedenen Thiere und Pflanzen zu finden sind. Die Chemiker haben jedoch bisher sich umsonst bemüht, die chemische Structur dieser räthselhaften Proteïn-Verbindungen zu ermitteln. Nur selten kann man sie in chemisch-reiner Form als Krystalle darstellen. Meistens erscheinen sie als Kolloide, d. h. als unkrystallinische Gallertmassen, welche dem Durchgang durch poröse Scheidewände bei der

Diosmose einen viel größeren Widerstand entgegensetzen als die Krystalle (vgl. oben S. 44). Aber trotzdem es noch nicht gelungen ist, die moleculare Constitution der Albumine genau zu erkennen, haben doch die sorgfältigen darauf gerichteten Bemühungen der Chemiker zu einigen allgemeinen Ergebnissen geführt, die für uns von großer Wichtigkeit sind. Dahin gehört vor Allem die allgemeine Auffassung ihrer Molecular-Constitution.

Das Eiweiß-Molecül. Die Molecüle sind die kleinsten gleichartigen Theile, in die sich die Masse eines jeden Naturkörpers zerlegen läßt, ohne seinen chemischen Charakter zu verändern. Die Molecüle jeder chemischen Verbindung sind daher aus zwei oder mehreren ungleichartigen Atomen zusammengesetzt. Je größer die Zahl der Atome in jeder Verbindung, desto höher ist ihr Molecular-Gewicht. Die Zwischenräume zwischen den Molecülen und den sie zusammensetzenden Atomen sind von dem unwägbaren, höchst elastischen Aether erfüllt. Da auch die größten Molecüle einen sehr kleinen Raum einnehmen und auch bei stärkster Vergrößerung weit unter der Grenze der Sichtbarkeit bleiben, so beruhen alle Vorstellungen über deren Zusammensetzung auf allgemeinen physikalischen Theorien und besonderen chemischen Hypothesen. Trotzdem ist die Stereochemie, die moderne Wissenschaft von der Molecular-Structur der chemischen Verbindungen, nicht nur ein vollberechtigter Theil der Naturphilosophie, sondern sie giebt uns auch die wichtigsten Aufschlüsse über die gegenseitigen Beziehungen der Elemente und die unsichtbaren Bewegungen der Atome bei deren Bildung. Ferner führt sie uns dazu, die relative Größe der Molecüle und die Zahl der in ihnen gruppenweise vereinigten Atome annähernd zu berechnen. Gerade die Eiweißkörper bieten aber dieser Berechnung die allergrößten Schwierigkeiten, und die Verhältnisse ihrer Structur sind bisher größtentheils dunkel geblieben. Trotzdem sind die bezüglichen Forschungen zu gewissen allgemeinen Anschauungen gelangt, die wir in folgenden Sätzen formuliren können: 1. Das Albumin-Molecül ist außerordentlich

groß, daher sein Molecular-Gewicht sehr hoch (höher als in den meisten oder in allen anderen Verbindungen); 2. die Zahl der Atome, die dasselbe zusammensetzen, ist sehr groß (wahrscheinlich weit über tausend); 3. die Lagerung der Atome und Atom-Gruppen im Eiweiß-Molecül ist sehr verwickelt und zugleich sehr labil, d. h. sehr veränderlich, leicht verschiebbar. Diese Eigenschaften, die die moderne Chemie allen Eiweißkörpern zuschreibt, gelten auch für alle Plasmakörper; für diese aber in erhöhtem Maße, da der Stoffwechsel in der lebendigen Substanz eine beständige Umlagerung der Atome bedingt. Diese wird nach der Anschauung von Franz Hofmeister u. A. durch die Bildung von Fermenten oder Enzymen bewirkt, d. h. durch Katalysatoren von colloidaler Structur. In physiologischem Sinne hat Verworn diese Plasma-Molecüle als Biogene bezeichnet.

Elementar-Structur des Plasma. Die tiefen Einblicke, die uns die vergleichende Anatomie in die Bedeutung und das Wesen der Organe, die vergleichende Histologie in diejenige der Zellen gegeben hat, mußte naturgemäß den Wunsch erregen, auf dem gleichen Wege auch in die Elementar-Structur des Plasma, als des wichtigsten activen Zellbestandtheiles, einzudringen. Die vervollkommneten Methoden der modernen Zellforschung, die großen Fortschritte, die die heutige Cytologie dem Mikrotom, der Mikrochemie mit ihren raffinirten Färbungs-Methoden u. s. w. verdankt, haben daher in den letzten drei Decennien zahlreiche Beobachter veranlaßt, die feinsten Structur-Verhältnisse des Elementar-Organismus zu erforschen, und auf dieser Grundlage Hypothesen über die „Elementar-Structur des Protoplasma" aufzubauen. Alle diese theoretischen Vorstellungen, insofern sie die feinere Structur des reinen Plasma ermitteln wollen, leiden nach meiner Auffassung an einem schwer wiegenden Grundfehler: sie betreffen mikroskopische Structuren, welche nicht dem Plasma als solchem (als chemischem Körper) zukommen, sondern dem Zellenleibe (Cytosoma), dessen wichtigster activer Bestandtheil das Plasma

in Wahrheit ist; diese Mikrostructuren sind nicht die bewirkenden Ursachen des Lebens-Processes, sondern dessen Producte. Sie sind phylogenetische Erzeugnisse der mannigfaltigen Differenzirungen, die das ursprünglich homogene und structurlose Plasma im Laufe vieler Jahrmillionen allmählich erfahren hat. Ich betrachte daher alle diese „Plasma-Structuren" (die Waben, Faden, Körnchen u. s. w.) nicht als ursprünglich, primär gegeben, sondern als erworben, secundär entwickelt. Soweit diese Structuren wirklich das Plasma als solches betreffen, kann man das letztere nur als Metaplasma bezeichnen, d. h. als differenzirtes, durch den Lebensproceß selbst verändertes Plasma. Das wahre Protoplasma, als eine zähflüssige, ursprünglich chemisch homogene Substanz, kann nach unserer Ueberzeugung noch keine anatomische Structur besessen haben. Wir werden bei der Betrachtung der Moneren (im 9. Kapitel) uns überzeugen, daß einfachste solcher „Organismen ohne Organe" wirklich noch heute existiren.

Protoplasma und Metaplasma. Der weitaus größte Theil des Plasma, das als active „lebendige Substanz" in den Organismen zur Untersuchung gelangt, ist Metaplasma, d. h. „Secundär-Plasma", dessen ursprünglich homogene Substanz durch phyletische Differenzirungen im Laufe vieler Jahrmillionen bestimmte Structuren erlangt hat. Diesem modificirten, secundär veränderten Plasma steht gegenüber das ursprüngliche einfache Primär-Plasma, aus dessen Umbildung es entstanden ist; für diese ursprünglich homogene Form des structurlosen Plasma könnte zweckmäßig der Begriff des Protoplasma im engeren Sinne beibehalten werden; da dieser Begriff aber jetzt fast alle feste Bedeutung verloren hat und in vielfach verschiedenem Sinne verwendet wird, ist es vielleicht zweckmäßiger, dieses rein homogene Primär-Plasma als Archiplasma zu bezeichnen. Dasselbe findet sich noch gegenwärtig vor: Erstens im Körper vieler (nicht aller) Moneren, bei einem Theile der Chromaceen und Bakterien, bei Protamoeben und Protogenes; zweitens im Körper vieler ganz junger Protisten und

jugendlicher Gewebzellen; in diesem Falle jedoch schon mit der chemischen Differenz von innerem Karyoplasma und äußerem Cytoplasma. Wenn man solche jugendliche Zellen mit Hülfe der modernen Färbungs-Technik unter der stärksten Vergrößerung untersucht, so erscheint ihr Protoplasma völlig homogen und structurlos, oder es sind nur äußerst feine Körnchen regellos in demselben zerstreut, die als Producte des Stoffwechsels angesehen werden. Am leichtesten überzeugt man sich davon bei vielen Rhizopoden, namentlich Amoeben, Thalamophoren und Mycetozoen. Es giebt große Amoeben, die aus ihrem einzelligen Körper starke bewegliche Lappenfüßchen vorschieben, als breite lappenförmige Fortsätze des nackten Zellenleibes, die ihre Form, Größe und Lage beständig verändern. Tödtet man diese und untersucht sie mit Hülfe der besten Färbungsmethoden, so erscheint doch jedes Bemühen, irgend welche Structur in denselben wahrzunehmen, vergeblich; und dasselbe gilt von den Pseudopodien der Mycetozoen und vieler anderen Rhizopoden. Zudem beweist die langsam fließende Bewegung des flüssigen Protoplasma deutlich, daß eine Zusammensetzung aus festen feineren Formbestandtheilen hier nicht vorhanden sein kann. Besonders klar tritt das bei jenen Amoeben und Mycetozoen hervor, bei denen eine hyaline, festere und körnchenfreie Rindenschicht (Hyaloplasma) von einer trüben, weicheren und körnchenhaltigen Markschicht (Polioplasma) mehr oder weniger gesondert ist; da beide zähflüssig sind und ohne scharfe Grenze in einander übergehen, sind beständige geformte Structur-Verhältnisse in denselben ohnehin ausgeschlossen.

Arbeiten des Plasma (Physiologische Functionen der lebendigen Substanz). Das organische Leben — in seiner niedersten und einfachsten Form betrachtet — ist nichts weiter, als eine Art Stoffwechsel, also ein rein chemischer Proceß. Die gesammte Lebensthätigkeit der Chromaceen, als der einfachsten und ältesten Organismen, die wir kennen, beschränkt sich auf denjenigen Proceß des Stoffwechsels, den wir Plasmodomie

oder Carbon-Assimilation nennen. Die homogenen und structurlosen kugeligen Plasma-Körner, die den ganzen Organismus dieser primitiven Protophyten (Chroococcus, Aphanocapsa u. s. w.) in der denkbar einfachsten Form darstellen, erschöpfen ihre ganze Lebensthätigkeit im Processe der Selbsterhaltung; sie erhalten ihr Individuum mittelst ihres einfachen Stoffwechsels; sie wachsen durch Ansatz von neuem Plasma mittelst desselben, und sie zerfallen durch Halbirung in zwei gleiche kugelige Plasmakörner, wenn das Wachsthum ein gewisses Größen-Maß überschreitet: Fortpflanzung durch Zweitheilung — Erhaltung der Art. So wenig diese Chromaceen besondere Organe — oder besser: Organelle — an ihrem einfachen Plasmakörper unterscheiden lassen, so wenig sind auch verschiedene Arbeiten an ihrem Lebensproceß zu sondern; derselbe erschöpft sich in der primitiven Arbeit ihres vegetalen Stoffwechsels. Wir werden später sehen, daß es sich hier um einen rein chemischen Proceß handelt, der der Katalyse anorganischer Verbindungen ähnlich ist; für diesen bedarf es weder besonderer Organe, noch feinerer Elementar-Structuren des Plasma. Der „Zweck" ihres Lebens — die Selbsterhaltung — ist ebenso einfach erreicht, wie bei der Katalyse irgend einer anorganischen Verbindung, oder bei der Krystallbildung in der Mutterlauge.

Vergleicht man diese einfachste Lebensthätigkeit der Moneren mit derjenigen der hoch differenzirten Protisten (z. B. Diatomeen und Desmidiaceen, Radiolarien und Infusorien), so erscheint der biologische Abstand ungeheuer groß; noch weit größer natürlich, wenn man den Vergleich auf die Histonen ausdehnt, auf die hochorganisirten Metaphyten und Metazoen, in deren Körper Millionen von Zellen zur Arbeit der verschiedenen Gewebe und Organe zusammenwirken.

Structuren des Metaplasma. Bei der großen Mehrzahl aller Zellen — ebenso wohl der autonomen Protistenzellen, wie der Gewebzellen der Histonen, — sind mehr oder weniger bestimmte und beständige feinere Structur-Verhältnisse im Plasma nach-

zuweisen; wir fassen sie stets als phyletische, secundär entstandene Producte des Lebens-Processes auf und betrachten demnach dieses differenzirte Plasma als Metaplasma. Die mannigfaltige Deutung der mikroskopischen Bilder, die dieses Metaplasma gewährt, hat zu sehr verschiedenen Auffassungen und Controversen geführt; dabei spielte eine große Rolle der Wunsch, in diesen secundären Plasma-Structuren die primären Ursachen der Lebensthätigkeit oder die eigentlichen feinsten Elementar-Organelle der Zelle zu entdecken. Die wichtigsten der verschiedenen, darüber aufgestellten Theorien sind die Lehren von der Schaumstructur, der Gerüststructur, der Fadenstructur und der Körnchenstructur des Plasma. Alle diese Structur-Theorien gelten für das Plasma im Allgemeinen; aber auch im Besonderen für seine beiden Hauptformen, das Karyoplasma des Zellkerns und das Cytoplasma des Zellenleibes.

I. Schaumstructur des Plasma (Wabenbau). Unter den vielen verschiedenen Versuchen, einen bestimmten feineren Bau in der lebendigen Substanz nachzuweisen, hat neuerdings die Theorie der Schaumstructur (auch als Wabenstructur oder Alveolarstructur bezeichnet) den meisten Beifall gefunden. Namentlich hat Otto Bütschli in Heidelberg auf Grund vieljähriger sorgfältiger Untersuchungen und Experimente sie zur Grundlage unserer Anschauungen über das Plasma zu erheben versucht. Unzweifelhaft zeigt das lebende Plasma zahlreicher Zellen einen feineren Bau, der am besten mit einem feinblasigen Seifenschaum verglichen wird; in einer Flüssigkeit liegen unzählige Bläschen dicht an einander gedrängt und platten sich durch gegenseitigen Druck zu polyedrischen Hohlräumen ab. Bütschli stellte 1892 sehr feine Oelschäume künstlich dadurch her, daß er Olivenöl mit Rohrzucker oder Pottasche sehr fein verrieb und dann ein Tröpfchen dieser Masse in einem Wassertropfen unter das Mikroskop brachte. Die einzelnen kleinen Zuckertheilchen wirkten dann durch Diffusion anziehend auf die Wassertheilchen, diese drangen in die Oelmasse ein, lösten den Zucker und bildeten damit kleine Bläschen. Da sich die Bläschen von Zuckerwasser mit dem Oel nicht mischen, erscheinen sie als allseitig abgeschlossene Hohlräume, die sich durch gegenseitigen Druck

polyedrisch abplatten. Die auffällige Aehnlichkeit dieser künstlich erzeugten „Oelseifen-Schäume" mit den natürlichen, mikroskopisch sichtbaren Structuren vieler Plasma-Arten kann um so wichtiger erscheinen, als von Bütschli, Georg Quincke u. A. auch ähnliche Strömungen in Beiden beobachtet wurden; und da diese scheinbar spontanen Bewegungen sich physikalisch erklären, auf Adhäsion, Imbibition und andere mechanische Ursachen zurück führen lassen, schien sich hier die Aussicht zu öffnen, auch die scheinbar „vitalen" Bewegungen des lebendigen strömenden Plasma auf rein physikalische Kräfte zurück zu führen. In neuester Zeit hat namentlich Ludwig Rhumbler in Göttingen, ein sehr genauer Kenner der Rhizopoden, in diesem Sinne eine „Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle" zu geben versucht. Gegenwärtig hat die Schaumtheorie unter den verschiedenen Versuchen, eine feinere Plasma-Structur als wesentliche anatomische Grundlage zur Erklärung der physiologischen Functionen festzustellen, die überwiegende Geltung gewonnen. Jedoch ist zu bemerken, daß unter diesem Begriffe oft mehrere verschiedene Erscheinungen verwechselt werden, nämlich einerseits gröbere Schaumbildung durch Wasseraufnahme in die lebendige Substanz, anderseits unsichtbare hypothetische Molecular-Structur; beide sind begrifflich von der feineren Plasma-Structur, die bei starker Vergrößerung sichtbar ist, wohl zu unterscheiden; aber die Grenze ist schwer festzustellen.

II. Gerüststructur des Plasma. Eine zweite Ansicht von dem feineren Bau des Plasma, die schon vor Anerkennung der Schaumtheorie vielen Beifall gefunden hatte, wurde 1875 von Carl Frommann und Carl Heitzmann aufgestellt, auch durch Leydig, Schmitz u. A. vertreten; sie deutet das netzförmige Bild der mikroskopischen Plasma-Erscheinung in anderer Weise. Sie nimmt an, daß das Plasma aus einem Gerüst von netzförmig verbundenen feinsten Fäden oder Fibrillen bestehe, die sich innerhalb des mit Flüssigkeit gefüllten Zellraums ausbreiten und verzweigen; man vergleicht diese Bildung auch einem Schwamm und spricht von einer spongiösen Structur. Auch solche Gerüststructuren kann man künstlich erzeugen, indem man z. B. eine dicke Leimlösung oder Eiweißlösung durch Zusatz von Alkohol oder Chromsäure zur Gerinnung bringt. Unzweifelhaft giebt es auch solche „Plasma-Gerüste" sowohl im Zellkern als im Zellenleibe; allein dieselben sind meistens (oder immer?) secundär entstandene Organisations-Producte des Elementar-

Organismus („Zellorgane"), aber nicht elementare Structuren seines Plasma. Auch giebt der optische Querschnitt eines Schaumwerkes oder Wabenkörpers, im Mikroskop als Flächenbild gesehen, dieselbe Configuration, wie ein feines Gerüst. Der Unterschied zwischen beiden Deutungen ist kaum festzustellen. Als allgemeine Fundamental-Structur des Plasma ist die Gerüstbildung sicher nicht anzunehmen.

III. Fadenstructur des Plasma. Da im Plasma vieler Zellen, sowohl im Karyoplasma des Zellkernes als im Cytoplasma des Zellenleibes, sehr feine Fäden wahrzunehmen sind, glaubte der Cytologe Flemming in Kiel (1882) im Plasma aller Zellen derartige feine Fadenstructuren annehmen zu können und gründete darauf seine Filar-Theorie des Plasma. Er nimmt an, daß in der lebendigen Substanz allgemein zwei chemisch verschiedene Plasma-Arten zu unterscheiden sind, die Fadensubstanz (Filarmasse) und die Zwischensubstanz (Interfilarmasse). Die feinen Fäden der ersteren sind bald länger, bald kürzer, verlaufen bald einfach und getrennt, bald verästelt und netzförmig verbunden (Mitoma und Paramitoma). In gewissen Zuständen des Zellenlebens, besonders bei der „indirecten Zelltheilung", spielen solche Fadenbildungen eine große Rolle, und ebenso in den Functionen hoch differenzirter Zellen, z. B. Ganglienzellen. Aber in vielen Fällen können die Plasmafäden auch nur Theile eines Gerüstes oder Profilbilder einer Schaumstructur sein (Wabenwände im Durchschnitt). Jedenfalls sind die Fadenbildungen nicht als allgemeine Elementar-Structur des Plasma nachzuweisen, und nach unserer Ansicht stets secundäre phyletische Producte der lebendigen Substanz, niemals primäre Elementar-Bestandtheile derselben.

IV. Körnchenstructur des Plasma. Wesentlich verschieden von den drei vorhergehenden Theorien über den feineren Bau des Plasma erscheint die Granular-Theorie, die Altmann 1890 aufgestellt hat. Er nimmt an, daß alle lebendige Substanz ursprünglich aus kleinen runden Körnchen (Granula) aufgebaut ist, und daß diese selbständig lebenden Bioblasten eigentlich die wahren „Elementar-Organismen" sind, die mikroskopischen „Individuen erster Ordnung"; daher seien die Zellen, die sich aus Vereinen solcher Granula zusammensetzen, vielmehr als Individuen zweiter Ordnung anzusehen. Zwischen den Körnchen der Granular-Substanz (der eigentlichen activen lebendigen Substanz) sei im Plasma überall eine

Intergranular-Substanz vorhanden; in dieser sollen die Körnchen gesetzmäßig angeordnet und vertheilt sein. Die Granula selbst oder die Bioblasten sind homogen, bald kugelig, bald länglich rund oder von anderer Form. Allein die Unterscheidung dieser Substanzen ist ganz willkürlich, weder chemisch noch morphologisch scharf definirt. Unter dem Begriffe seiner Granula wirft Altmann die verschiedensten Inhaltsbestandtheile der Zellen zusammen, Fettkörner, Pigmentkörner, Secretkörner und andere Producte des Stoffwechsels. Daher ist die Granular-Theorie von Altmann jetzt allgemein abgelehnt. Trotzdem lag derselben ein richtiger Gedanke zu Grunde, nämlich die Vorstellung, daß die vitalen Eigenschaften und Functionen der lebendigen Substanz aus kleineren discreten Formbestandtheilen zu erklären seien, die das Plasma zusammensetzen und sich innerhalb einer halbflüssigen Zwischensubstanz bewegen. Allein diese wahren „Elementartheile" der lebendigen Substanz sind nicht mikroskopisch wahrnehmbar, sondern gehören in das Molecular-Gebiet, das weit jenseits der Grenzen der Sichtbarkeit liegt. Nach unserer Ansicht sind die sichtbaren Granula oder „Bioblasten" von Altmann, ebenso wie die Fäden von Flemming, die Gerüste von Frommann und die Waben von Bütschli nicht primäre Plasma-Structuren, sondern secundäre Producte der Plasma-Differenzirung.

Molecular-Structur des Plasma. Da die besonderen Eigenschaften und Wirkungen jedes Naturkörpers von seiner chemischen Constitution abhängen und diese in letzter Instanz durch die Beschaffenheit seiner Molecüle bedingt ist, so mußte es natürlich für die gesammte Biologie von höchstem Interesse sein, sich möglichst klare und bestimmte Vorstellungen von dem Wesen und den Eigenschaften des Plasma-Molecüls zu bilden. Leider ist aber diese wichtige Aufgabe nur in sehr geringem Grade annähernd zu lösen. Wenn schon die hypothetischen Anschauungen der modernen Structur-Chemie über den molecularen Aufbau complicirter organischer Verbindungen oft sehr unsicher sind, so muß das im höchsten Maße bei den Eiweißkörpern, und bei den wichtigsten von Allen, der lebendigen Substanz oder dem Plasma, der Fall sein. Denn wir kennen bis jetzt nicht einmal die Grundzüge seiner höchst veränderlichen chemischen Structur. Das Einzige, was die Biochemiker darüber im Allgemeinen ermittelt haben, bleibt die Ansicht, daß das Plasma-Molecül sehr groß und aus sehr zahlreichen (weit über tausend) Atomen zusammengesetzt ist;

ferner daß diese sich zu kleineren und größeren Gruppen vereinigt in einem höchst labilen Gleichgewicht befinden, so daß in Folge der Lebensthätigkeit selbst eine beständige Umlegung derselben stattfindet.

Seitdem durch Darwin 1859 das große Problem der Vererbung in den Vordergrund der allgemeinen Biologie gerückt wurde, sind zur Erklärung dieses „Lebenswunders" viele verschiedene Hypothesen und Theorien aufgestellt worden. Diese mußten alle schließlich auf die Molecular-Verhältnisse im Plasma der Keimzellen zurückgehen; denn dieses „Keimplasma" der mütterlichen Eizelle und der väterlichen Spermazelle ist es ja, das bei der geschlechtlichen Fortpflanzung die Eigenschaften beider Eltern auf das Kind überträgt. Die großen Fortschritte, die neuerdings die Lehre von der Befruchtung und Vererbung in Folge vieler ausgezeichneter Beobachtungen und Versuche gemacht hat, sind also auch den Vorstellungen über die Molecular-Structur des Plasma zu Gute gekommen. Ich habe die wichtigsten dieser Theorien bereits im 9. Kapitel meiner „Nat. Schöpf." übersichtlich besprochen und verglichen, und kann hier darauf verweisen. Der chronologischen Reihenfolge nach sind dort angeführt: 1. die Pangenesis-Theorie von Darwin (1868), 2. die Perigenesis-Theorie von Haeckel (1875), 3. die Idioplasma-Theorie von Naegeli (1884), 4. die Keimplasma-Theorie von Weismann (1885), 5. die Pangenesis-Theorie von de Vries (1889). Keiner von diesen Versuchen, und ebenso auch keine von den nachfolgenden neueren Theorien über Vererbung hat zu einer befriedigenden und allgemein angenommenen Vorstellung über die Plasma-Structur geführt. Nicht einmal darüber, ob in letzter Instanz das Leben zurückzuführen ist auf einzelne Molecüle oder auf Molecül-Gruppen im Plasma, ist Klarheit gewonnen worden. Mit Bezug auf letztere Differenz können wir Plastidul- und Micellar-Theorien als zwei verschiedene Gruppen der bezüglichen Hypothesen-Gebäude unterscheiden.

Plastidule und Biogene. In meiner Abhandlung über „Die Perigenesis der Plastidule (1875) hatte ich die Hypothese aufgestellt, daß in letzter Instanz die Plastidule die Träger der Vererbung sind, das heißt Plasma-Molecüle, welche die Eigenschaft des Gedächtnisses besitzen. Ich stützte mich dabei auf die geistreiche Lehre des ausgezeichneten Physiologen Ewald Hering, der 1870 „das Gedächtniß als eine allgemeine Eigenschaft der organischen

Materie" bezeichnet hatte. Ich sehe auch heute noch nicht ein, wie man ohne diese Annahme die Thatsachen der Vererbung erklären will. Sogar die Bezeichnung Reproduction, die beiden Vorgängen gemeinsam ist, drückt den gemeinsamen Charakter der Zeugung und des psychischen Gedächtnisses treffend aus. Ich verstehe dabei unter Plastidulen die einfachen Molecüle; denn die homogene Beschaffenheit des Plasma in den Moneren (sowohl Chromaceen als Bakterien und Rhizomoneren) und die primitive Einfachheit ihrer Lebens-Functionen nöthigt nicht zu der Annahme, daß hier schon besondere Molecül-Gruppen zu unterscheiden sind. In gleichem Sinne hat neuerdings Max Verworn (1903) seine Biogen-Hypothese formulirt, als „eine kritisch-experimentelle Studie über die Vorgänge in der lebendigen Substanz". Auch er nimmt das active Plasma-Molecül, das er Biogen nennt, als den letzten individuellen Factor des Lebensprocesses an und ist der Ansicht, daß im einfachsten Falle das Plasma aus gleichartigen Biogen-Molecülen besteht.

Micellen und Biophoren. Von der Hypothese der Plastidule und Biogene als einfacher Molecüle des Plasma ist wesentlich verschieden die Hypothese von Naegeli (1884) und Weismann (1885). Hiernach sind die letzten „Lebenseinheiten" oder individuellen Träger der Lebensthätigkeiten nicht homogene Plasma-Molecüle, sondern Molecül-Gruppen, die aus mehreren verschiedenartigen Molecülen zusammengesetzt sind. Naegeli nennt dieselben Micellen und schreibt ihnen eine krystallinische Structur zu; er nimmt an, daß diese Micellen kettenartig zu Micellarsträngen verbunden sind und daß auf deren verschiedenartige Configuration und Anordnung die Mannigfaltigkeit der unzähligen Plasma-Formen und Plasma-Functionen zurückzuführen ist. Weismann (l. c. S. 404) sagt: „Leben kann nur durch eine bestimmte Verbindung verschiedenartiger Molecüle entstehen, und aus solchen bestimmten Molecül-Gruppen muß alle lebendige Substanz bestehen. Ein einzelnes Molecül kann nicht leben, weder assimiliren noch wachsen, noch sich fortpflanzen." Ich vermag die Richtigkeit dieser Behauptung nicht einzusehen; denn alle die chemischen und physiologischen Eigenschaften, die Weismann gleich nachher seinen hypothetischen Biophoren zuschreibt, kann man ebenso gut von einem einzelnen Molecül, wie von einer Molecülgruppe behaupten. Bei den einfachsten Formen der Moneren (sowohl Chromaceen als Bakterien) erklärt sich das Wesen des

„einfachsten Lebens" eben so gut durch die erste wie durch die letzte Annahme. Natürlich ist dadurch eine sehr complicirte chemische Structur des relativ großen Plastibuls oder Biogens (als einzelnen Molecüls oder „Massenkorns") nicht ausgeschlossen. Die Biogen-Hypothese von Verworn scheint mir ganz ausreichend, um dieses ursprüngliche „Molecül der lebendigen Substanz" wirklich als letzten Lebens-Factor hypothetisch gelten zu lassen.

Karyoplasma und Cytoplasma. Der wichtigste Proceß in der Stammesgeschichte des Plasma ist seine Sonderung in die innere Kernsubstanz (Karyoplasma) und die äußere Zellsubstanz (Cytoplasma). Indem beide Plasma-Arten durch chemische Differenzirung aus dem ursprünglichen einfachen Plasma der Moneren entstanden, vollzog sich damit zugleich die morphologische Sonderung des inneren Zellkerns (Karyon oder Nucleus) und des äußeren Zellenleibes (Cytosoma oder Celleus). Da jene beiden Hauptarten der lebendigen Substanz zwar chemisch verschieden, aber doch sehr nahe verwandt sind, und da sie unter bestimmten Verhältnissen (z. B. während der indirecten Zelltheilung und der damit verknüpften partiellen Karyolyse) in die innigste Wechselwirkung treten, so dürfen wir annehmen, daß die ursprüngliche Sonderung beider Substanzen sich langsam und allmählich innerhalb langer Zeiträume vollzog. Nicht durch plötzlichen Sprung oder Mutation, sondern durch allmähliche stufenweis fortschreitende Ausbildung des chemischen Gegensatzes von Karyoplasma und Cytoplasma, entstand aus der kernlosen Cytode (oder „Urzelle") die echte kernhaltige Zelle (oder „Kernzelle", Cytos). Beide können zweckmäßig unter dem höheren Begriff der Bildnerin oder Plastide als „Individuum erster Ordnung" zusammengefaßt werden. (Gen. Morphol. 1866, III. Buch.)

Als die wichtigste Ursache dieser bedeutungsvollsten Differenzirung des Plasma betrachten wir die Anhäufung von Erbmasse, d. h. von den durch die Vorfahren erworbenen und auf die Nachkommen erblich übertragenen Eigenschaften im Innern der Plastide, während ihr äußerer Theil dauernd den Verkehr mit der Außenwelt unter-

hält; so wurde der innere Zellkern zum Organ der Vererbung und Fortpflanzung, der äußere Zellenleib zum Organ der Anpassung und Ernährung. Diese Hypothese hatte ich schon 1866 in meiner „Generellen Morphologie“ mit folgenden Worten ausgesprochen (Bd. I, S. 288): „Die beiden Functionen der Erblichkeit und der Anpassung scheinen bei den kernlosen Cytoden noch nicht auf differente Substanzen vertheilt zu sein, sondern der gesammten homogenen Materie des Plasma zu inhäriren, während dieselben bei den kernführenden Zellen in der Weise auf die beiden heterogenen activen Substanzen der Zelle vertheilt sind, daß der innere Kern die Vererbung der erblichen Charaktere, das äußere Plasma dagegen die Anpassung, die Accommodation oder Adaptation an die Verhältnisse der Außenwelt zu besorgen hat.“ Diese Hypothese ist erst später (1873) durch die nachfolgenden Entdeckungen über die Zelltheilung (Karyolyse) und Befruchtung von Strasburger, den Gebrüdern Oskar und Richard Hertwig u. A. bestätigt worden; sie wird vor Allem gestützt durch die Vorgänge der Karyokinese bei der geschlechtlichen Zeugung. Dadurch erklärt sich auch, daß bei den Moneren (sowohl Chromaceen als Bakterien), die sich durch einfache Theilung vermehren, zugleich mit der sexuellen Zeugung auch der Zellkern fehlt.

Karyoplasma (Kernsubstanz). Die hohe Bedeutung, die der Zellkern für das Leben der Zelle besitzt, sowohl als Central-Organell der Vererbung, wie auch wahrscheinlich der „Zellseele“, beruht in erster Linie auf den chemischen Eigenschaften seiner Albumin-Materie, des Karyoplasma. Diese allein wesentliche Kernsubstanz ist zwar chemisch dem Cytoplasma des Zellenleibes nächstverwandt, unterscheidet sich aber von ihm durch bestimmte Reactionen; namentlich hat das Karyoplasma eine größere Anziehungskraft für viele Farbstoffe (Carmin, Hämatoxylin u. A.) als das Cytoplasma; auch gerinnt das erstere rascher und fester durch Säuren (z. B. Essigsäure und Chromsäure) als das letztere. Man braucht daher zu Zellen, die homogen erscheinen, nur einen

Tropfen verdünnter (zweiprocentiger) Essigsäure zuzusetzen, um die scharfe Sonderung des inneren Kernes vom äußeren Zellenleibe sichtbar zu machen. Gewöhnlich tritt dann der festere Zellkern als ein kugeliges oder länglich rundes Plasmakorn scharf hervor; selten besitzt er andere Formen (cylindrisch, kegelförmig, gewunden oder verästelt). Ursprünglich erscheint das Karyoplasma durchaus homogen und structurlos, so bei vielen Protisten und bei manchen jugendlichen Zellen von Histonen (besonders jungen Embryonen). Bei der großen Mehrzahl der Zellen hingegen sondert sich das Karyoplasma in zwei oder mehrere verschiedene Substanzen; die wichtigsten von diesen sind das Chromatin und Achromin.

Chromatin und Achromin. Am weitesten verbreitet in den Zellen des Thier- und Pflanzen-Körpers, und daher wohl auch von hervorragender Bedeutung für ihre Lebensthätigkeit, ist die Sonderung des Karyoplasma in zwei chemisch verschiedene Substanzen, die gewöhnlich als Chromatin (= Nuclein) und Achromin (= Linin) unterschieden werden. Das Chromatin (oder Nuclein) besitzt größere Verwandtschaft zu den genannten Farbstoffen (Carmin, Hämatoxylin 2c.), und daher wird diese „färbbare Kernsubstanz" vorzugsweise als der Träger der Vererbung angesehen. Das Achromin (oder Achromatin, auch Linin genannt) ist nicht oder weniger leicht färbbar und dem Cytoplasma näher verwandt; auch tritt es bei der indirecten Zelltheilung zu diesem in die engsten Beziehungen. Das Achromin tritt meistens in Form dünner Fäden auf (daher als „Kernfaden-Substanz" = Linin bezeichnet). Das Chromatin hingegen erscheint meistens in Form rundlicher oder stäbchenförmiger Körnchen (Chromosomen), die bei der indirecten Zelltheilung sehr charakteristische Formveränderungen zeigen (Schleifenbildung u. A.). Der chemische, physiologische und morphologische Gegensatz von Chromatin und Achromin ist nicht als eine ursprüngliche Eigenschaft aller Zellkerne anzusehen (wie oft irrthümlich behauptet wird), sondern er ist das Ergebniß einer sehr alten phylogenetischen Differenzirung im ursprünglich homogenen

Karyoplasma; dasselbe gilt auch für zwei andere Kernbestandtheile: Nucleolus und Centrosoma.

Nucleolus und Centrosoma. In sehr vielen Zellen, aber bei weitem nicht allgemein, sind zwei andere Bestandtheile des Zellkerns nachgewiesen worden, die einer weiteren Differenzirung des Karyoplasma ihren Ursprung verdanken. Der Nucleolus oder das „Kernkörperchen" ist ein kleines, kugeliges oder länglich rundes Korn, das bald in Einzahl, bald in Mehrzahl im Kern auftritt und sich etwas anders gegen Farbstoffe verhält, als das nächst verwandte Chromatin; es hat eine besondere Anziehungskraft für saure Anilinfarben, Eosin u. s. w. Man hat daher seine Substanz als Plastin oder Paranuclein unterschieden. Der Nucleolus tritt vorzugsweise in den Gewebzellen höherer Thiere und Pflanzen als selbständiges Form-Element auf; er fehlt vielen einzelligen Protisten. Dasselbe gilt von dem Centrosoma oder „Centralkörperchen der Zelle"; dies ist ein äußerst kleines Körnchen, dessen Größe an der Grenze der Sichtbarkeit liegt und dessen chemische Beschaffenheit nicht näher bekannt ist. Man würde auf diesen winzigen, erst 1876 unterschiedenen Formbestandtheil der Zelle nicht aufmerksam geworden sein, wenn er nicht bei der indirecten Zelltheilung eine mächtige, vielleicht führende Rolle spielte. Als sogenanntes „Polkörperchen der Kerntheilungsfigur" übt das Centrosoma eine eigenthümliche Anziehung auf die im Cytoplasma vertheilten Körnchen aus, die sich strahlenförmig gegen diesen Zellmittelpunkt ordnen. Die Centrosomen wachsen selbständig und vermehren sich durch Theilung, gleich den Chromoplasten (Chlorophyllkörnern u. A.); wenn sie sich getheilt haben, wirkt jedes Tochter-Mikrosom wieder als Attractions-Sphäre auf die betreffende Zellhälfte. Die hohe Bedeutung, die neuere Cytologen dem Centrosoma demgemäß zugeschrieben haben, wird aber durch zwei Umstände sehr vermindert: erstens ist es trotz aller Mühe nicht gelungen, in den Zellen der höheren Pflanzen und vieler Protisten ein Centrosoma nachzuweisen; und zweitens ist es neuer-

dings mehrfachen chemischen Versuchen gelungen, Centrosomen auch künstlich (z. B. durch Zusatz von Magnesium-Chlorid) im Cytoplasma zu erzeugen. Manche Zellenforscher betrachten daher auch das Centrosoma als ein secundäres Differenzirungsproduct des Zellenleibes (Cytoplasma), nicht des Zellenkerns (Karyoplasma).

Karyotheke und Karyolymphe. Zwei andere Bestandtheile des Zellkerns, die sich ebenfalls sehr häufig, aber keineswegs allgemein, in den Zellen des Thier- und Pflanzenkörpers finden, sind die Kernmembran (Karyotheke) und der Kernsaft (Karyolymphe). Sehr viele Zellkerne — aber durchaus nicht alle! — erscheinen als Bläschen, indem eine dünne Haut einen flüssigen Inhalt, den Kernsaft, umschließt; gewöhnlich bildet dann das Achromin innerhalb dieses runden Bläschens ein Fadengerüst, in dessen Maschen oder Knotenpunkten die Chromatin-Körner vertheilt liegen. Die sehr dünne (oft nur als feiner Contur sichtbare) Kernmembran oder Karyotheke kann als Product der Oberflächen-Spannung (an den Berührungsflächen vom Karyoplasma und Cytoplasma) angesehen werden. Der wässerige, meistens klare und durchsichtige Kernsaft (Karyolymphe) entsteht durch Imbibition wässeriger Flüssigkeit (wie die Schaumstructur des Plasma überhaupt). Die Sonderung von Kernmembran und Kernsaft ist keine primäre Eigenschaft des Zellkerns, sondern beruht auf einer secundären Differenzirung im ursprünglich homogenen Karyoplasma.

Cytoplasma (Zellsubstanz). Ebenso wie das Karyoplasma des Zellenkerns ist auch das Cytoplasma des Zellenleibes entstanden als eine chemische Modification des einfachen, ursprünglich homogenen Plasma (Archiplasma). Das ergiebt sich deutlich aus der vergleichenden Biologie der Protisten, deren einzelliger Organismus eine viel größere Mannigfaltigkeit und Abstufung der Zellenorganisation zeigt, als die subordinirte Gewebezelle im Körper der vielzelligen Histonen. Allein bei der großen Mehrzahl der Zellen ist das Cytoplasma in mehrere, oft in sehr zahlreiche Bestandtheile ge-

sondert, die in Folge von Arbeitstheilung sehr verschiedene Formen und Functionen erhalten haben. Dann tritt auch die Zweckmäßigkeit der Zellen-Organisation sehr auffallend hervor, die dem einfachen homogenen Plasmakörper der Moneren noch ganz fehlt. Da diese hohe Differenzirung des vollkommenen Elementar-Organismus von vielen neueren Cytologen in unzulässiger Weise generalisirt und als eine allgemeine Eigenschaft der Zellen beschrieben wird, ist es nothwendig, ausdrücklich zu wiederholen, daß dieselbe erst secundär phylogenetisch sich entwickelt hat und daß sie den primären Urorganismen noch ganz fehlt. Die Mannigfaltigkeit der physiologischen Arbeitstheilung (Ergonomie) und der damit verknüpften morphologischen Sonderung (Polymorphismus) ist im Cytoplasma außerordentlich groß; wenn man versucht, von allgemeinen Gesichtspunkten aus sie in wenige größere Gruppen zu sondern, so kann man die activen Plasma-Diffacte von den passiven Plasma-Producten sondern; erstere entstehen durch chemische Metamorphose des lebendigen Plasma, letztere sind leblose Ausscheidungen desselben (Generelle Morphologie, Bd. I, S. 274–289).

Plasma-Diffacte. Unter dem Begriffe Plasma-Diffacte oder Differenzirungs-Producte des Cytoplasma fassen wir alle Bildungen zusammen, die durch partielle Metamorphose des lebendigen Zellenleibes entstehen, die aber nicht leblose Ausscheidungen desselben sind, sondern vielmehr lebendige Substanztheile, die besondere Functionen übernommen und in Folge dessen sich chemisch und morphologisch vom primären Cytoplasma secundär gesondert haben. Eine der allgemeinsten Differenzirungen dieser Art ist die Sonderung einer festen hyalinen Rindenschicht (Hyaloplasma) und einer weicheren körnigen Markschicht (Polioplasma); beide gehen oft ohne scharfe Grenze in einander über. In den meisten Pflanzenzellen scheiden sich besondere, meist kugelige oder rundliche Plasmakörner ab, die besondere Aufgaben des Stoffwechsels besorgen: Trophoplasten; dahin gehören die Amyloplasten, welche Stärkemehl (Amylum) erzeugen, die Chloroplasten oder Chlorophyllkörner, welche das

Blattgrün (Chlorophyll) bilden, die Chromoplasten, welche Farbstoff-Krystalle verschiedener Art erzeugen. In den Zellen des höheren Thierkörpers bilden die Myoplasten das besondere contractile Gewebe der Muskelsubstanz, die Neuroplasten das psychische Gewebe der Nervensubstanz. Rein hypothetisch und nicht auf directer Beobachtung beruhend ist dagegen die scharfe Unterscheidung von Leibesplasma (Somoplasma) und Keimplasma (Germoplasma), welche der unhaltbaren Keimplasma-Theorie von Weismann zu Grunde liegt (vgl. Kapitel 16).

Plasma-Producte. Die unendliche Fülle von verschiedenartigen Formbestandtheilen der Zelle, die als Abscheidungen des lebendigen activen Cytoplasma erscheinen und demnach als leblose passive Plasma-Producte zu beurtheilen sind, können in zwei Hauptgruppen vertheilt werden: innere und äußere Plasma-Producte; die ersteren werden im Inneren des lebendigen Cytoplasma abgelagert, die letzteren nach außen abgeschieden.

Innere Plasma-Producte von sehr weiter Verbreitung sind die Mikrosomen, kleinste, stark lichtbrechende Körnchen, die meistens als Producte des Stoffwechsels betrachtet werden; sie bestehen bald aus Fett, bald aus Albumin-Derivaten, bald aus anderen Substanzen, deren chemische Beschaffenheit schwer zu ermitteln ist. Dasselbe gilt von den größeren, sehr verschieden gefärbten Pigmentkörnern, die weit verbreitet sind und bestimmte Färbung des Gewebes bedingen. Weit verbreitet sind auch im Cytoplasma größere Fettanhäufungen in Form von Oelkugeln, Fettkrystallen u. A.; ferner andere Krystalle von sehr verschiedener Art, theils organische Krystalle (z. B. Eiweißkrystalle in den Aleuron-Körnern der Pflanzen), theils anorganische Krystalle (z. B. von oxalsauren Salzen in vielen Pflanzenzellen, von Kalksalzen in vielen Thierzellen). Eine wichtige Rolle spielt in vielen größeren Zellen der wässerige Zellsaft (Cytolymphe); er entsteht durch Ansammlung von Flüssigkeit im Cytoplasma und tritt schon in der Schaumstructur desselben zu Tage; größere Hohlräume, die der-

selbe bildet, heißen Vacuolen, sehr regelmäßig angeordnete Alveolen. Wenn der Zellsaft sehr reichlich im Innern der Zelle sich anhäuft, entstehen die großen blasenförmigen Zellen, die in den Geweben der höheren Pflanzen, des Knorpels u. s. w. sich finden.

Aeußere Plasma-Producte. Als äußere Abscheidungen des lebendigen Cytoplasma, die bei der Mehrzahl der Zellen eine große Wichtigkeit, besonders als Schutzorgane (Protectiv-Organelle der Zelle) erlangt haben, sind vor Allen die Zellmembranen zu nennen, die festen Schutzhäute oder Kapseln, in denen der weiche lebende Zellenleib eingeschlossen ist, wie die Schnecke in ihr Haus. Während in der ersten Periode der Zellentheorie (1838—1859) allen Zellen eine solche Schutzhülle zugeschrieben und dieselbe sogar oft als ihr wichtigster Bestandtheil angesehen wurde, zeigte sich später, in der zweiten Periode derselben, daß diese Umhüllungshaut sehr vielen (namentlich thierischen) Zellen ganz fehlt, und daß sie bei vielen in der Jugend fehlt und erst später gebildet wird. Seitdem unterscheiden wir Nacktzellen (Gymnocyten) und Hüllzellen (Thecocyten). Nacktzellen sind z. B. die Amoeben und viele Infusorien, die Schwärmsporen der Algen, die Spermien oder Spermatozoen, sehr viele thierische Gewebezellen.

Die Zellhülle (Cytotheke) zeigt die größte Mannigfaltigkeit in Bezug auf Größe, Form, Zusammensetzung und chemische Beschaffenheit; unter den einzelligen Protisten namentlich bei den Rhizopoden. Die Kieselschalen der Radiolarien und Diatomeen, die Kalkschalen der Thalamophoren und Calcocyteen, die Celluloseschalen der Desmidiaceen und Siphoneen offenbaren die außerordentliche Plasticität, welche das aufbauende Cytoplasma besitzt (vgl. Kapitel 8). Unter den Histonen zeichnen sich die Gewebepflanzen durch die unendliche Mannigfaltigkeit in der Gestaltung und Differenzirung ihrer Cellulose-Kapseln aus. Die bekannten Eigenschaften des Holzes, Korkes, Bastes, der harten Fruchtschalen u. s. w. sind bedingt durch die vielfache chemische Umbildung und morphologische Differenzirung, welche die Cellulose-Membran

in den Geweben der Metaphyten erfährt. Viel weniger kommt Aehnliches in den Geweben der Metazoen vor; bei diesen Gewebthieren spielt dagegen eine um so größere Rolle die „Intercellarsubstanz" und die „Cuticularsubstanz".

Intercellar-Substanz („Intercellular-Substanz oder Zwischenzellmasse"). Dieses wichtige äußere Plasmaproduct entsteht dadurch, daß die social verbundenen Zellen in den Geweben der Histonen feste Schutzhüllen gemeinsam nach außen abscheiden. Schon in den Coenobien der Protisten treten solche Schutzbildungen sehr verbreitet auf, als Gallertklumpen, in die viele Zellen gleicher Art vereinigt eingebettet sind, so die Zoogloea vieler Bakterien und Chromaceen, die gemeinsame Gallerthülle der Volvocinen und vieler Diatomeen, die kugeligen Zellvereine der Polycyttarien (oder socialen Radiolarien). Die größte Rolle spielen die Intercellular-Substanzen im Körper der höheren Metazoen als sogenannte Mesenchym-Gewebe; das Bindegewebe, der Knorpel, der Knochen erhalten ihre besondere Beschaffenheit durch die Masse und Qualität der Intercellar-Substanz, die zwischen den socialen Zellen abgeschieden wird.

Cuticular-Substanz. Wenn an der Oberfläche des Histonen-Körpers die gesellig verbundenen Epidermis-Zellen gemeinsam einen schützenden Ueberzug ausscheiden, so entstehen die sogenannten Cutikeln, oft dicke und sehr feste Panzerbildungen. Bei vielen Metaphyten wird in die cutinisirte Cellulose-Cuticula Wachs oder Kieselerde eingelagert. Die stärkste Ausbildung erreichen die Cuticularbildungen bei wirbellosen Thieren, wo sie oft die ganze Gestalt und Gliederung bedingen, so die Kalkschalen der Mollusken (Muschelschalen, Schneckenhäuser, Krakengehäuse); besonders aber die Chitindecken der Gliederthiere (Panzer der Krebse, Hautdecken der Spinnen und Insecten).

Siebentes Kapitel.

Lebenseinheiten.

Organische Individuen und Associonen.
Zellen, Personen, Stöcke. Organelle und Organe.

„Freuet euch des wahren Scheins,
Euch des ernsten Spieles!
Kein Lebendiges ist ein Eins,
Immer ist's ein Vieles!“

Goethe.

„Unser eigener menschlicher Leib ist, wie der Leib aller höheren Thiere, ein civilisirter Zellenstaat. Die Gewebe entsprechen den verschiedenen Ständen oder erblichen „Kasten des Staates“, die Organe den verschiedenen Aemtern und Instituten. An der Spitze Aller steht die mächtige Centralregierung, das Nervencentrum, das Gehirn. Je vollkommener das höhere Thier entwickelt, je stärker die Zellen-Monarchie centralisirt ist, desto mächtiger ist das beherrschende Gehirn.“ Zellseelen und Seelenzellen.

Ernst Haeckel
(Gesammelte Vorträge 1878).

Inhalt des siebenten Kapitels.

Lebens-Einheiten. Einfache und zusammengesetzte Organismen. Morphologische und physiologische Individuen. Morphonten und Bionten. Stufen der Individualität: Zelle, Person, Stock. Actuelle und virtuelle Bionten. Partielle und genealogische Bionten. Metaphysische Individuen. Zellen (Elementar-Organismen). Zellenmembran. Kernlose Zellen. Plastiden (Cytoden und Zellen). Urzellen und Kernzellen. Organelle (Zellorgane). Zellvereine (Coenobien). Gewebe der Histonen (Metaphyten und Metazoen). Organe der Histonen. Organ-Systeme. Organ-Apparate. Histonal-Individuen (Sprosse und Personen). Gliederung der Histonalen (Metamerie). Stöcke der Histonen (Kormen). Staaten der Thiere.

— — —

Literatur.

Ernst Haeckel, 1866. Generelle Tectologie oder allgemeine Structurlehre der Organismen. (Drittes Buch der Generellen Morphologie, Bd. 1 S 239—374.)

Derselbe, 1878. Ueber die Individualität des Thierkörpers. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. XII.

Alexander Braun, 1853. Das Individuum der Pflanze in seinem Verhältniß zur Species. Berlin.

Rudolf Virchow, 1858. Die Cellular-Pathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. 4. Aufl., 1871. Berlin.

Ernst Brücke, 1861. Die Elementar-Organismen. Wien.

Fisch, 1880. Aufzählung und Kritik der verschiedenen Ansichten über das pflanzliche Individuum. Rostock.

August Comte, 1839. Cours de philosophie positive. Vol. 5 et 6. Sociologie. Paris.

Herbert Spencer, 1877. Sociologie. Deutsch von Vetter. Stuttgart.

Albert Schäffle, 1875. Bau und Leben des socialen Körpers. Tübingen.

Theodor Ribot, 1903. Die Schöpferkraft der Phantasie. Bonn.

Lester Ward, 1903. Pure Sociology. A Treatise on the origin and spontaneous development of Society. New-York.

Ludwig Woltmann, 1901. Politisch-anthropologische Revue. Monatsschrift für das sociale und geistige Leben der Völker. Eisenach.

A. Ploetz, 1904. Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie. Berlin.

Natur und Staat, 1903. Beiträge zur naturwissenschaftlichen Gesellschaftslehre. Eine Sammlung von Preisschriften. Jena.

Lebens=Einheiten. Die Zerlegung des Körpers der höheren Thiere und Pflanzen in seine einzelnen Organe führte schon frühzeitig die vergleichenden Anatomen zur Unterscheidung von einfachen und zusammengesetzten Organismen. Als dann im Laufe des letzten halben Jahrhunderts die Zellentheorie sich weiter entwickelte, erkannte man in den Zellen die gemeinsame anatomische Grundlage für alle Lebewesen die Auffassung dieser Zellen als selbständiger „Elementar=Organismen" führte dann weiter zu der Anschauung, daß unser eigener menschlicher Organismus, ebenso wie der aller höheren Thiere und Pflanzen, eigentlich ein „Zellenstaat" sei, zusammengesetzt aus Millionen von mikroskopischen Staatsbürgern, den einzelnen Zellen, die in demselben mehr oder minder selbständig arbeiten und für den gemeinsamen Zweck des ganzen Staates zusammen wirken. Dieser Grundgedanke der modernen Zellentheorie wurde namentlich von Rudolf Virchow mit größtem Erfolge auf den kranken menschlichen Körper angewendet und führte in seiner „Cellular=Pathologie" zu der wichtigsten Reform der Medicin. Die Zellen sind nach seiner Auffassung selbständige „Lebens=Einheiten oder individuelle Lebensherde", und das einheitliche Leben des ganzen Menschen ist das combinirte Gesammt=Ergebniß aus den Arbeiten der ihn zusammensetzenden Zellen. Demnach sind die Zellen die „eigentlichen" Lebens=Einheiten des Organismus. Ihre individuelle Selbständigkeit ist ohne weiteres klar bei den permanent einzelligen Protisten, von denen wir nun schon mehrere tausend Arten kennen.

Auf der anderen Seite finden wir unter den niederen Thieren und den höheren Pflanzen eine Zusammensetzung aus gleichartigen Theilen, die eine höhere Stufe der Lebenseinheit darstellt. Der Baum ist ein Individuum; aber er ist zusammengesetzt aus zahlreichen Aesten oder Einzelpflanzen, von denen jeder als „Sproß“ wieder in gleicher Weise aus einem Axenstamm und daran befestigten Blättern besteht. Lösen wir einen solchen Sproß ab und setzen ihn in die Erde, so wurzelt er und wächst sofort wieder zu einer selbständigen Pflanze aus. Ebenso ist der Korallen-Stock aus zahlreichen Einzelthieren oder Personen zusammengesetzt, von denen jede ihre eigene Magenhöhle und Mundöffnung nebst einem zugehörigen Tentakelkranz besitzt; jede einzelne Korallen-Person ist gleichwerthig einer einzelnen lebenden Seerose (Actinia). So erscheint dann der Stock (Cormus) wieder als eine höhere Einheit; ebenso im Thierreich wie im Pflanzenreich. Auch die Herden der geselligen Thiere, die Stöcke der Bienen und Ameisen, die Staaten der Menschen, sind solche Einheiten, nur mit dem Unterschiede, daß die einzelnen Personen oder Staatsbürger hier nicht körperlich zusammenhängen, sondern durch gemeinsame Interessen zusammengehalten werden. Somit können wir jetzt schon drei verschiedene Stufen der organischen Individualität unterscheiden, die sich über einander aufbauen: die Zelle, die Person (oder der Sproß) und dann der Stock oder Staat (Cormus). Jede höhere Einheit stellt einen innigen Verein von niederen Individuen dar. Morphologisch, mit Hinsicht auf ihren anatomischen Körperbau, sind die letzteren selbständig; aber physiologisch, mit Hinsicht auf die Lebenseinheit des Ganzen, sind sie der ersteren untergeordnet.

In den angeführten einfachen und allgemein bekannten Beispielen liegt dieses Verhältniß klar vor Augen. Aber es giebt andere Organismen, bei denen das nicht der Fall ist, wo vielmehr die Frage von der „eigentlichen Individualität“ große Schwierigkeiten bereitet. So lernte man vor fünfzig Jahren in den merkwürdigen Siphonophoren oder „Staatsquallen“ schwimmende Thier-

stöcke genauer kennen, die man bis dahin für einfache „Einzelthiere", für Medusen mit multiplicirten Organen, gehalten hatte; eingehenderes Studium ergab, daß jedes scheinbare „Organ" eigentlich eine umgebildete Medusen-Person sei, das ganze einheitliche Gebilde ein Stock. Gerade dieses Beispiel ist sehr lehrreich geworden für die wichtige Theorie der Association und Arbeitstheilung; die ganze schwimmende Siphonophore ist, physiologisch betrachtet (mit Bezug auf die Lebensthätigkeit) ein einheitlich organisirtes Thier mit vielen ungleichartigen Organen; aber morphologisch betrachtet (mit Bezug auf Form und Structur), ist jedes abhängige Organ ursprünglich eine selbständige Meduse.

Morphologische und physiologische Individuen (Morphonten und Bionten). Schon aus diesen wenigen Beispielen ergiebt sich, daß die Frage von der organischen Individualität keineswegs so einfach ist, wie sie auf den ersten Blick aussieht, und daß sie anders beantwortet wird, je nachdem wir die Form und Structur (morphologisch) oder die Lebens- und Seelenthätigkeit (physiologisch) ins Auge fassen. Wir müssen daher in erster Linie morphologische Individuen oder Morphonten und physiologische Individuen oder Bionten unterscheiden; der Baum und die Siphonophoren sind einzelne Bionten, Individuen höchster Ordnung, zusammengesetzt aus zahlreichen gleichwerthigen Sprossen oder Personen, den geselligen Morphonten. Wenn wir aber die letzteren weiter anatomisch in ihre einzelnen Organe zerlegen, und diese wiederum in ihre mikroskopischen Elemente, die Zellen, so erscheint uns jeder Sproß, jede Person als ein Bion; ihre Zellen gelten dann als Morphonten. Jeder vielzellige Organismus entwickelt sich jedoch ursprünglich aus einer einzelnen Zelle, der Stammzelle (Cytula) oder der „befruchteten Eizelle"; diese ist gleichzeitig ein Morphon und ein Bion, ein einfaches Individuum sowohl in morphologischer als in physiologischer Beziehung. Der ganze Proceß ihrer Entwickelung zum vielzelligen Organismus beruht darauf, daß diese Stammzelle sich wiederholt theilt, die zahlreichen so entstandenen

Zellen zu einer höheren Einheit vereinigt bleiben und in Folge von Arbeitstheilung verschiedene Formen annehmen.

Stufenleiter der morphologischen Individualität. Der verwickelte moderne Culturstaat mit seinen bewunderungswürdigen Leistungen kann als die höchste Stufe individueller Vollkommenheit betrachtet werden, die uns aus der organischen Natur bekannt ist. Wir können aber die Einrichtungen dieses außerordentlich complicirten „Organismus höchster Ordnung" nur dann verstehen, seine socialen Einrichtungen und culturellen Leistungen nur dann begreifen, wenn wir sociologisch die verschiedenen Gesellschafts-Classen und Stände kennen, die ihn zusammensetzen, die Gesetze ihrer Associon und Arbeitstheilung; und wenn wir anthropologisch die Natur der Personen verstehen, die entsprechend denselben Gesetzen sich zur Bildung von Vereinen zusammen gethan und in die verschiedenen Berufsklassen gegliedert haben. Die bekannte Gliederung dieser Stände, die Rangordnung im Heere und in der Regierung, zeigt uns, wie Stufe für Stufe sich ein so zusammengesetzter Gesellschafts-Organismus aufbaut.

Ganz ebenso haben wir aber auch den Zellenstaat zu beurtheilen, den die einzelne Person in der menschlichen Gesellschaft oder im Reiche der Gewebthiere bildet; oder den Sproß im Reiche der Gewebpflanzen. Auch ihr verwickelter, aus vielen Organen und Geweben zusammengesetzter Organismus wird uns erst verständlich, wenn wir ihre elementaren Bausteine, die Zellen, kennen, und die Gesetze, nach denen diese „Elementar-Organismen" sich zu Zellvereinen und Geweben zusammenthun, und diese wiederum durch Arbeitstheilung in die mannigfaltigen Organe umbilden. So müssen wir also zunächst die Stufenleiter der Morphonten feststellen, die Gesetze der Associon und Ergonomie, nach denen sich die einzelnen Rangstufen oder Stände der morphologischen Individualität über einander aufbauen. Als solche Stufen haben wir zunächst drei unterschieden: I. die Zelle (oder besser Plastide), II. die Person (animal) oder den Sproß (vegetal), und

III. den **Stock** oder Cormus. Wir werden aber sehen, daß in diesen drei Hauptstufen sich wieder untergeordnete Stufen unterscheiden lassen. Nur bei den Protisten, bei den einzelligen Organismen, ist die morphologische Einheit zugleich mit der physiologischen verbunden. Bei den Histonen, den vielzelligen und gewebebildenden Organismen, ist das nur im Beginne der individuellen Existenz (auf der Stufe der Stammzelle) der Fall; sobald sich aus dieser Cytula durch wiederholte Theilung der vielzellige Körper entwickelt, erhebt sich dieser zur Stufe einer höheren Individualität, eines Zellenstaates.

Actuelle und virtuelle Bionten. Unser eigener menschlicher Organismus ist im reifen entwickelten Zustande, ebenso wie der aller höheren Thiere, ein sehr zusammengesetzter Zellenstaat, dagegen im Beginne seiner Existenz eine einzelne Zelle; die Lebenseinheit des ersteren bezeichnen wir als **actuelles** Bion, diejenige des letzteren als **virtuelles** Bion; — d. h. das physiologische Individuum oder die Lebenseinheit hat in erstem Falle die höchste Stufe der individuellen Ausbildung erreicht, die der durch ihr vertretenen Art oder Species zukommt; im zweiten Falle steht er noch auf der tiefsten Stufe individueller Bildung und besitzt nur die Fähigkeit (Virtus oder Potentia), sich ontogenetisch zur höchsten Stufe, zum Actus, zu erheben. Bei den höheren Thieren und Pflanzen erscheint gewöhnlich nur eine Zelle des Organismus, das Produkt der beiden vereinigten Geschlechtszellen (Eizelle und Spermazelle) als das potentielle Bion das sich zum' actuellen entwickeln kann; es giebt jedoch auch Ausnahmen. Beim Süßwasserpolypen (Hydra) und verwandten Nesselthieren besitzt jedes beliebige Stück der Körperwand, beim Badeschwamm (Euspongia) und den verwandten Spongien jedes Gewebstück, bei vielen Pflanzen (z. B. Marchantia unter den Kryptogamen, Bryophyllum unter den Phanerogamen) besitzt jedes Stückchen eines Thallus oder eines Blattes die Fähigkeit, sich zu einem actuellen reifen Organismus zu entwickeln, ist also in Wirklichkeit ein virtuelles Bion.

Partielle Individuen. Von den virtuellen Bionten (— als solchen Körpertheilen, die sich wieder zu einem Ganzen entwickeln können —) sind die partiellen Bionten zu unterscheiden, die diese Fähigkeit nicht besitzen; es sind abgelöste Körpertheile, die zwar nach ihrer Trennung vom ganzen Organismus noch kürzere oder längere Zeit fortleben können, dann aber zu Grunde gehen. So schlägt z. B. das ausgeschnittene Herz einer Schildkröte noch tagelang fort; eine abgeschnittene Blume, in Wasser gesteckt, kann sich viele Tage frisch und lebend erhalten. Bei einigen hochorganisirten Kraken (Cephalopoden) entwickelt sich einer von den acht Armen des Männchens zu einem selbständigen Thierkörper, der sich ablöst, umherschwimmt und die Befruchtung des Weibchens vollzieht (Hectocotylus von Argonauta, Philonexis u. A.); er wurde ursprünglich für ein selbständiges parasitisches Thier gehalten. Dasselbe geschah mit den merkwürdigen lappenförmigen Rückenanhängen einer großen Nacktschnecke (Thetys), die sich ablösen und selbständig umherkriechen. Den Körper vieler niederer Thiere und Pflanzen kann man in Stücke zerschneiden, die sich wochenlang lebend erhalten, ehe sie zu Grunde gehen. Die Lebensfähigkeit dieser partiellen Bionten ist wichtig für die allgemeine Frage vom Wesen des Lebens und von seiner scheinbaren Einheit bei den meisten höheren Organismen. Thatsächlich führen auch hier die Zellen und Organe ihr gesondertes Individual-Leben, obgleich sie dem Ganzen untergeordnet und von ihm abhängig sind.

Genealogische Individuen. Eine eigenthümliche Beantwortung der Frage von der organischen Individualität wurde dadurch zu geben versucht, daß man zu einem Individuum alle Organismen rechnete, die aus einem einzigen befruchteten Ei hervorgegangen sind. So betrachtete schon 1816 der italienische Botaniker Gallesio alle Pflanzen, die durch ungeschlechtliche Vermehrung (Knospung oder Theilung) entstehen — Sprosse, Ableger, Stecklinge, Knollen, Zweige —, nur als Theilstücke eines einzigen aus dem Ei (Samenkorn) hervorgegangenen Individuums. Ebenso

erklärte 1855 der englische Zoologe Huxley die Summe aller Thiere, die durch ungeschlechtliche Vermehrung entstanden sind, aber von einem einzigen geschlechtlich erzeugten Thiere abstammen, für Theile dieses Individuums. In dieser Auffassung fällt der Begriff des organischen Individuums mit demjenigen des „Zeugungskreises" zusammen. Allein praktisch ist diese Begriffsbestimmung unbrauchbar; denn man müßte dann alle die Millionen Blattläuse, die parthenogenetisch aus unbefruchteten Keimzellen entstehen, aber ursprünglich Abkömmlinge eines einzigen befruchteten Eies sind, als ein einziges Individuum auffassen — ebenso sämmtliche Trauerweiden Europas, weil diese durch Stecklinge erzeugt sind, die ursprünglich von einem einzigen, geschlechtlich erzeugten Baum abstammen.

Metaphysische Individuen. Um die schwierige Frage vom Inhalt und Umfang des organischen Individual-Begriffes in allgemein befriedigender Weise zu beantworten, sind im Laufe des 19. Jahrhunderts viele verschiedene Versuche gemacht worden; keiner von ihnen hat allgemeine Anerkennung gefunden. Ich habe eine historische Vergleichung und Kritik derselben 1866 im dritten Buche meiner „Generellen Morphologie" gegeben, unter dem Titel: „Generelle Tectologie oder Allgemeine Structurlehre der Organismen" (Bd. I, S. 239—374). Dabei habe ich besonders die Ansichten von Goethe, Alexander Braun und Naegeli unter den Botanikern berücksichtigt, von Johannes Müller, Leuckart und Victor Carus unter den Zoologen. Wenn man die auffällige Verschiedenheit der Ansichten vergleicht, zu der so hervorragende Naturforscher und Denker in Betreff einer so wichtigen biologischen Grundfrage gelangt sind, so wird man begreifen, daß auch heute noch die Meinungen darüber weit auseinander gehen. Man darf es daher den metaphysischen Philosophen nicht zu sehr verargen, wenn sie — ohne Kenntniß der realen Verhältnisse! — in ihren luftigen Speculationen über „das Princip der Individuation" die sonderbarsten Phantasiegebilde zu stande bringen; man vergleiche z. B. die alten Scholastiker, und von den neueren Arthur

Schopenhauer und Eduard Hartmann. Gewöhnlich tritt dabei die psychologische Seite des Problems in den Vordergrund, die Frage von der individuellen „Seele", ohne daß zugleich ihr materielles Substrat, die anatomische Basis des Organismus, gehörig berücksichtigt wird. Viele Metaphysiker, die in einseitigem Anthropismus auch hier den Menschen als „Maaß aller Dinge" betrachten, legen sogar das persönliche „Bewußtsein" dem Begriffe des Individuums zu Grunde. Es liegt auf der Hand, daß damit nicht einmal für die höheren Thiere eine brauchbare Grundlage geliefert wird, geschweige denn für die niederen Thiere und Pflanzen. Bei diesen treffen wir eine viel größere Mannigfaltigkeit der individuellen Erscheinung einerseits, und andererseits eine viel größere Einfachheit auf den niederen Bildungsstufen. In meiner Abhandlung „Ueber die Individualität des Thierkörpers" (Jena. Zeitschr. 1878) habe ich zu zeigen versucht, wie diese verwickelten tectologischen Fragen am einfachsten zu lösen und durch die anatomische Structurlehre zu verwerthen sind. Es genügt, wenn wir dabei die drei vorher aufgeführten Hauptstufen der Individualität unterscheiden und einerseits ihre physiologische, andererseits ihre morphologische Bedeutung uns klar machen. Wir wollen also jetzt zunächst die Zelle (Plastide), dann die Person (den Sproß) und zuletzt den Stock (Cormus) näher betrachten.

Die Zelle. Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts gilt die Zellentheorie allgemein und mit Recht als eine der wichtigsten biologischen Theorien; jede anatomische und histologische, physiologische und ontogenetische Arbeit muß sich auf den Begriff der Zelle, als des „Elementar-Organismus", stützen. Trotzdem sind wir noch heute weit davon entfernt, volle, einstimmig anerkannte Klarheit über diesen elementaren Fundamental-Begriff gewonnen zu haben. Vielmehr gehen noch heute die Ansichten der angesehensten Biologen über „das, was man eine Zelle zu nennen habe", über das eigentliche Wesen dieses „Elementar-Individuums", seine Beziehung zum Ganzen des vielzelligen Organismus u. s. w. vielfach

weit aus einander. Diese Widersprüche erklären sich einerseits aus der Complication und Mannigfaltigkeit der zahlreichen verschiedenen Erscheinungen, die uns im Zellenleben entgegentreten; anderseits aus der Geschichte der Zellentheorie, in deren Verlaufe der Begriff der Zelle vielfache und bedeutende Wandlungen erfahren hat. Wir wollen daher zunächst auf die wichtigsten Etappen der letzteren einen kurzen historischen Ueberblick werfen.

Begriff der Zelle. Als im letzten Drittel des siebzehnten Jahrhunderts mehrere Naturforscher, namentlich Malpighi in Italien und Grew in England, das Mikroskop zum ersten Male auf die anatomische Untersuchung der Pflanzenstructur anwendeten, beobachteten sie im Pflanzengewebe einen Bau, der die größte Aehnlichkeit mit der Honigwabe der Bienen besaß. Die dichtgedrängten, mit Honig erfüllten Wachszellen der letzteren, die auf dem Querschnitt sechseckig erscheinen, gleichen den Holzzellen der Pflanzen, die Zellsaft enthalten. Das große Verdienst von Schleiden, dem eigentlichen Begründer der Zellen-Theorie, bestand in dem Nachweise, daß alle verschiedenen Gewebe der Pflanzen aus solchen Zellen ursprünglich zusammengesetzt sind (1838). Denselben Nachweis lieferte gleich darauf Theodor Schwann für die Gewebe der Thiere; durch seine „Mikroskopischen Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen" dehnte er (1839) die Zellen-Theorie über das Gesammtgebiet der Organismen aus. Beide Forscher betrachteten die Zelle im Wesentlichen als ein Bläschen, dessen feste Membran einen flüssigen Inhalt und in diesem einen kleineren festen Körper, den von R. Brown 1833 entdeckten Zellenkern (Nucleus) umschließe; sie verglichen die organische Zelle (— als mikroskopisches Individuum! —) mit einem organischen Krystall und glaubten, daß sie durch eine Art Krystallisation aus einer organischen Mutterlauge (Cytoblastema) entstehe; dabei sollte der centrale Zellkern ähnlich dem Krystallkern als Ausgangspunkt dienen.

Zellmembran. In den ersten zwanzig Jahren ihres Bestehens (von 1839 bis 1859) blieb für die Zellen-Theorie der Satz maßgebend, daß zum Begriffe der Zelle drei wesentliche Bestandtheile gehörten: Erstens die feste äußere Zellmembran, der man nicht nur als Schutzhülle, sondern als eigentlichem „Baustein" des Organismus die größte Bedeutung zuschrieb; zweitens der flüssige oder halbflüssige

Zelleninhalt (Zellsaft), und drittens der festere, in diesem eingeschlossene Zellkern (Nucleus oder Cytoblastus). Um eine anschauliche Vorstellung von den Dichtigkeits-Verhältnissen und Lagebeziehungen dieser drei mikroskopischen Zelltheile zu geben, verglich man sie mit einer Kirsche oder Pflaume. Das weiche „Fleisch" dieser Frucht (dem Zellsaft entsprechend) ist, wenn man sie schält, ebenso von der äußeren festen Hülle, wie von dem eingeschlossenen harten Kern nur schwer zu trennen. Ein wichtiger Fortschritt geschah erst 1860 dadurch, daß Max Schultze die äußere Schutzhülle für einen unwesentlichen, secundär entstandenen Bestandtheil der Zelle erklärte; er fehlt thatsächlich vielen, namentlich jugendlichen Zellen des Thierkörpers ganz; es giebt also „Nackte Zellen", ohne Membran. Zugleich wies dieser ausgezeichnete Anatom nach, daß der sogenannte „Zellsaft" — der eigentliche Zellenleib — keine einfache Flüssigkeit sei, sondern eine zähflüssige, eiweißartige Substanz, deren selbständige Bewegungen man schon seit langer Zeit von den Rhizipoden kannte, und die deren erster genauer Erforscher, Felix Dujardin, 1835 als Sarcode beschrieben hatte. Max Schultze zeigte ferner, daß diese Sarcode identisch ist mit dem „Zellenschleim" der Pflanzenzellen, den Hugo Mohl 1846 zuerst als Protoplasma bezeichnet hatte, und daß diese „lebendige Substanz" als der eigentliche Träger der Lebenserscheinungen zu betrachten ist. Da die Zellmembran nunmehr als unwesentliche, erst secundär vom weichen Protoplasmaleibe der Zelle ausgeschiedene, oft ganz fehlende Schutzhülle erkannt war, blieben für den reinen Zellbegriff nur zwei wesentliche Bestandtheile übrig: der äußere weiche Zellenleib, aus Protoplasma bestehend, und der innere feste Zellenkern (Nucleus), aus einer ähnlichen Substanz, dem Nucleïn, bestehend. Die ursprüngliche „nackte Zelle" glich nunmehr einer „geschälten" Kirsche oder Pflaume, ohne schützende feste „Haut". Dieser neue, seit vierzig Jahren bestehende Zellbegriff, für dessen Befestigung ich in meiner Monographie der Radiolarien (1862) neue Stützen zu liefern bemüht war, ist jetzt fast allgemein angenommen, und die Zelle definirt als ein „Körnchen" (— Klößchen oder Klümpchen —) von Protoplasma (= Cytoplasma), das einen festeren geformten Kern einschließt (Nucleus oder Karyon, bestehend aus Karyoplasma).

Hier bietet sich die Gelegenheit, einen lehrreichen Seitenblick auf die Irrwege zu werfen, denen mikroskopische Beobachtungen und die daraus gezogenen Schlüsse unterworfen sind. Obgleich Kölliker

schon 1845 und Remak 1851 auf die Existenz von nackten, membranlosen Zellen aufmerksam gemacht und auch deren Bewegungen (z. B. an Lymphzellen) mit denjenigen im Protoplasma der Pflanzenzellen verglichen hatte, hielten doch die meisten und angesehensten Mikroskopiker zwanzig Jahre lang an dem Dogma fest, daß jede Zelle ein Membran besitzen müsse; man hielt den festen Umriß, den auch die nackte Zelle innerhalb eines verschieden lichtbrechenden Mediums zeigen mußte, für den Ausdruck einer besonderen, anatomisch abtrennbaren Membran. Mit demselben Recht könnte man jeder homogenen Glaskugel eine umhüllende Membran zuschreiben; denn man sieht ja scharf ihren Umriß. In den langen Streitigkeiten, welche sogenannte „exacte Beobachter" über die Anwesenheit oder den Mangel einer Zellmembran führten, spielt dieser optische Irrthum, die falsche Deutung eines scharfen Contours, eine Hauptrolle. Aehnlich verhält es sich mit vielen anderen Widersprüchen von „exacten Beobachtern", die ihre „sicheren Beobachtungen" für Thatsachen ausgeben, während sie thatsächlich Schlüsse aus unvollständigen, verschiedener Deutung fähigen Beobachtungen sind.

Kernlose Zellen. Schon vor vierzig Jahren (1864) hatte ich an einigen kleinen, rhizopodenartigen Protisten (Protamoeba und Protogenes) mich vergeblich bemüht, einen Zellkern in dem nackten, lebendigen und beweglichen Protoplasma nachzuweisen. Ebenso wenig gelang dies mehreren anderen Beobachtern, die später ähnliche „kernlose Rhizopoden" untersuchten (Gruber, Cienkowski u. A.). Gestützt auf diese, später oft wiederholten, Beobachtungen hatte ich 1866 in meiner „Generellen Morphologie" die Klasse der Moneren, — als einfachster kernloser Elementar-Organismen — aufgestellt und auf deren hohe Bedeutung für die Lösung allgemeiner biologischer Probleme hingewiesen. Ihr Werth ist neuerdings sehr gestiegen, seitdem auch die Chromaceen und Bakterien als „kernlose Zellen" anerkannt worden sind. Allerdings hat Bütschli gegen deren Auffassung als Moneren geltend gemacht, daß ihr homogener Plasma-Leib chemisch sich nicht wie Cytoplasma, sondern wie Karyoplasma (= Nuclein) verhalte, daß somit diese einfachsten Plastiden nicht dem Protoplasma-Leibe, sondern dem Kern anderer Zellen entsprechen; die Bakterien und Chromaceen seien nicht „Zellen ohne Kern", sondern „Zellkerne ohne Zellenleib". Diese Auffassung stimmt mit der meinigen im Hauptpunkt überein, nämlich

daß der Plasmakörper der Moneren (— abgesehen von seiner Molecular-Structur —) homogen ist und den charakteristischen Gegensatz von innerer Kernsubstanz und äußerer Zellsubstanz noch nicht ausgebildet hat. Wenn man diese beiden wesentlichen Bestandtheile der echten Zelle (— entsprechend der Ansicht der meisten heutigen Zellenforscher —) als chemisch zwar verwandt, aber doch verschieden auffaßt, so sind für die ursprüngliche Entstehung der kernhaltigen Zelle aus der kernlosen Cytode drei mögliche Fälle gegeben: I. Zellkern und Zellenleib sind durch Sonderung aus homogenem Plasma (Moneren) entstanden; II. der Zellenleib ist secundär aus dem primären Zellkern hervorgegangen; III. der Zellkern ist secundär aus dem primären Zellenleib entstanden.

Nach der ersten Ansicht, die ich für richtig halte, war das Plasma oder die „lebendige Substanz" der ältesten erdbewohnenden Organismen (— die nur als archigone Moneren gedacht werden können! —) homogenes Plasson oder Archiplasma, d. h. eine Plasma-Verbindung, die noch nicht in äußeres Cytoplasma und inneres Karyoplasma gesondert war. Die Ausbildung dieses chemischen Gegensatzes — und zugleich die morphologische Sonderung von Zellenleib (Cytosoma) und Zellenkern (Karyon) — beruht auf einer phyletischen Differenzirung; sie war die Folge einer ältesten „Arbeitstheilung" und zwar der wichtigsten von Allen! In der inneren Kernsubstanz sammelte sich die Erbmasse an, während die äußere Zellsubstanz den Verkehr mit der Außenwelt unterhielt; so wurde durch diese älteste Ergonomie der Zellkern zum Träger der Vererbung, der Zellenleib zum Organ der Anpassung. Im Gegensatz zu dieser Ansicht steht zweitens die Hypothese, die schon der Begründer der Zellentheorie, Schleiden (1838), ausgesprochen hatte, daß der Zellkern (Cytoblastus) die ursprüngliche Grundlage der Zelle sei und daß der äußere ihn umgebende Zellenleib erst secundär von ihm gebildet werde. Diese Ansicht (die im Princip derjenigen von Bütschli entspricht) stößt auf ebenso große Bedenken, wie die entgegengesetzte dritte Hypothese, daß der kernlose „Protoplasma-Leib", d. h. der äußere Cytoplasma-Körper die ursprüngliche Bildung sei, und daß erst secundär der innere Zellkern durch Verdichtung und chemische Umbildung in seinem Inneren entstanden sei. Im Grunde genommen ist der Unterschied dieser drei möglichen Hypothesen über die primäre Cytogenese nicht so groß, als es auf den ersten Blick

scheinen möchte. Indessen möchte ich doch der ersten den Vorzug geben; denn sie nimmt an, daß die physiologischen und chemischen Gegensätze zwischen Zellkern und Zellenleib, die später eine so große Bedeutung erlangten, ursprünglich nicht vorhanden waren. Die Vorgänge der Karyolyse bei der indirecten Zelltheilung zeigen uns noch heute, wie innig die Wechselbeziehungen der beiderlei Substanzen sind.

Plastiden (Cytoden und Zellen). Wenn die organische Bevölkerung unseres Erdballs überhaupt auf natürliche Weise entstanden ist und nicht durch ein „Wunder", wie Reinke und andere Vitalisten annehmen, dann können die ältesten, durch den chemischen Proceß der Archigonie entstandenen „Elementar-Organismen" nicht bereits echte, kernhaltige Zellen gewesen sein, sondern nur kernlose Cytoden vom Werthe der Chromaceen (vergl. Kap. 9). Die kernhaltige echte Zelle, wie sie O. Hertwig u. A. heute definiren, kann erst durch phylogenetische Differenzirung von Zellkern und Zellenleib aus der einfachen Cytode der Moneren entstanden sein. Dann ist es aber eine dringende Forderung der einfachen Logik, die ältere Cytode von der jüngeren Zelle begrifflich zu scheiden. Beide können dann am einfachsten unter dem Begriff der Plastide (= „Bildnerin") — d. h. des „Elementar-Organismus" im weiteren Sinne — zusammengefaßt werden (wie ich schon 1866 vorgeschlagen hatte, ohne damit Anklang zu finden). Will man aber den letzteren Zelle (im weiteren Sinne!) nennen, dann muß man den üblichen modernen Zellen-Begriff ändern und das Attribut des Kerns daraus entfernen. Dann ist die Zelle einfach das „lebendige Plasmakorn", und man muß deren beide Bildungsstufen mit anderen Namen unterscheiden. Man könnte dann die kernlose Plastide als Urzelle (Protocytos) bezeichnen, und die gewöhnliche, kernhaltige als Kernzelle (Karyocytos).

Organelle (Zellorgane oder Organoide). Eine lange Stufenleiter der cellularen Organisation führt von den einfachsten Urzellen (Moneren) zu den höchstentwickelten Protisten hinauf. Während

in dem homogenen Plasmakörper der Chromaceen und Bakterien noch keinerlei morphologische Organisation zu beobachten ist, finden wir dagegen in den hoch differenzirten Körpern der vollkommensten Protophyten (Diatomeen, Siphoneen) und Protozoen (Radiolarien, Infusorien) eine Zusammensetzung aus vielen verschiedenen Theilen. Diese mannigfaltigen, durch Arbeitstheilung des Plasma entstandenen Körpertheile des einzelligen Organismus dienen verschiedenen Functionen und verhalten sich physiologisch, wie die Organe der einzelligen Histonen. Da aber der Begriff des „Organs" bei den letzteren morphologisch als ein vielzelliger, aus Geweben aufgebauter Körpertheil festgestellt ist, können wir die ähnlich functionirenden Werkzeuge nicht ebenfalls als „Organe der Zelle" begreifen, sondern unterscheiden sie besser als Organelle (oder Organoide).

Zellvereine (Coenobia oder Zellcolonien, Zellenstöckchen, Cytocormen). Die große Mehrzahl der Protisten besitzt im ausgebildeten Zustande, als actuelles Individuum, den morphologischen Werth einer echten, kernhaltigen Zelle. Durch Anpassung an die verschiedenartigsten Lebensbedingungen und durch Vererbung der so erworbenen neuen Eigenschaften hat sich im Laufe vieler Jahrmillionen eine solche Fülle von verschiedenartigen einzelligen Gestalten entwickelt, daß wir sowohl unter den plasmodomen Protophyten, als unter den plasmophagen Protozoen mehrere tausend noch heute lebende Arten unterscheiden können. So hoch beläuft sich die Zahl der bekannten und benannten Species allein schon in mehreren einzelnen Classen, so z. B. bei den Diatomeen unter den Urpflanzen, bei den Radiolarien unter den Urthieren. Man kann diese allein lebenden Einzelligen oder „Einsiedler-Zellen" als Monobien bezeichnen.

Viele andern Protisten geben diese ursprüngliche solitäre Lebensweise auf, folgen ihren geselligen Neigungen und bilden Zellvereine oder Zellcolonien (Coenobia). Gewöhnlich bilden sich diese dadurch, daß die Tochterzellen, die durch Theilung einer

Mutterzelle entstehen, nach erfolgter Theilung vereinigt bleiben, und ebenso die folgenden Generationen, die aus ihrer wiederholten Theilung hervorgehen. Unter den verschiedenen Formen dieser Coenobien sind die wichtigsten folgende:

1. Gelatin=Coenobien: Die socialen Zellen scheiden structurlose Gallertmassen aus und bleiben innerhalb der gemeinsamen Gelatinemasse vereinigt, ohne sich direct zu berühren; bald liegen sie innerhalb derselben regellos zerstreut, bald nach bestimmten Regeln geordnet. Solche Gallert=Coenobien finden sich schon bei den Moneren: die Zoogloea vieler Bakterien und Chromaceen. Sie sind häufig unter den Protophyten und Protozoen.

2. Sphäral=Coenobien. Der Zellverein bildet eine Kugel, an deren Oberfläche die Zellen neben einander liegen, sich gegenseitig berührend oder selbst eine zusammenhängende Schicht bildend: Halosphaera und Volvox unter den Protophyten, Magosphaera und Synura unter den Protozoen. Die letzteren sind von besonderem Interesse, weil sie der Blastula gleichen, jenem wichtigen Entwickelungszustande der Metazoen, dessen einfache, epithelartige Zellenschicht an der Oberfläche der Hohlkugel man als Keimhaut (Blastoderma) bezeichnet.

3. Arboral=Coenobien. Der Zellverein hat die Form eines Bäumchens oder Strauches, indem die festsitzenden Zellen an ihrer Basis Gallertstiele ausscheiden und diese sich verästeln; an der Spitze jedes Stieles oder Astes sitzt eine selbständige Zelle; so bei Gomphonema und vielen anderen Diatomeen, bei Codonocladium unter den Flagellaten, bei Carchesium unter den Ciliaten.

4. Catenal=Coenobien. Der Zellverein bildet eine Kette, deren Glieder (die einzelnen Zellen) in einer Reihe an einander liegen. Solche kettenförmige Zellvereine oder „gegliederte Fäden" finden sich schon unter den Moneren (Oscillaria und Nostoc unter den Chromaceen, Leptothrix unter den Bakterien). Unter den Diatomeen sind Bacillaria, unter den Thalamophoren Nodosaria Beispiele solcher Zellketten. Viele niedere Protophyten (Algarien

und Algetten) bilden den directen Uebergang zu den echten Algen unter den Metaphyten, da der „fadenförmige Thallus" der letzteren (z. B. Cladophora) nur eine höhere Entwickelungsform des Catenal-Coenobium darstellt, mit Polymorphismus der an einander gereihten Zellen. Man kann diese gegliederten vielzelligen Fäden auch als den ersten Ansatz zur Bildung der Gewebe bei den Metaphyten betrachten.

Gewebe (Tela oder Hista). Die festen Zellvereine, die den Körper der Histonen, der vielzelligen Pflanzen und Thiere zusammensetzen, werden Gewebe genannt; sie unterscheiden sich von den Coenobien der Protisten dadurch, daß die geselligen Zellen ihre Selbständigkeit aufgeben, durch Arbeitstheilung verschiedene Formen annehmen und sich der höheren Einheit des Organs unterordnen. Indessen ist eine scharfe Grenze zwischen den Coenobien und den Geweben ebenso wenig zu ziehen, als zwischen den Protisten und den Histonen, die ihre Besitzer sind; die letzteren sind aus den ersteren phylogenetisch hervorgegangen. Die ursprüngliche physiologische Selbständigkeit der Zellen, die zur Bildung der Gewebe vereinigt sind, geht um so mehr verloren, je fester ihre Vereinigung und je ausgebildeter ihre Arbeitstheilung ist, je mehr zugleich der Histon-Organismus differenzirt und centralisirt ist. Die einzelnen Arten der Gewebe im Körper der Histonen verhalten sich also wie die einzelnen Stände und Berufs-Classen im menschlichen Cultur-Staate; je höher dessen Cultur entwickelt ist, je mannigfaltiger und verschiedenartiger dessen Stände und Arbeiterclassen ausgebildet sind, desto mehr sind sie von einander abhängig und desto mehr wird der Staat centralisirt.

Gewebe der Metaphyten. Bei den niederen gewebebildenden Pflanzen, den Algen und Pilzen, erscheint der Pflanzenkörper als sogenannter Thallus oder „Pflanzenlager", als ein Zellenlager, dessen Gewebe noch gar keine oder nur geringe Arbeitstheilung aufweist. Bei diesen Thalluspflanzen (Thallophyta) fehlen noch die Leitbündel oder Gefäßbündel, deren Ausbildung bei den

höheren Pflanzen, im Zusammenhang mit der physiologischen Function der Saftleitung, eine hohe Bedeutung erlangt. Diese vollkommneren Gefäßpflanzen umfassen die beiden großen Gruppen der Farne (Pteridophyta) und der Blumenpflanzen (Anthophyta oder Phanerogamae). Ihr Körper ist stets aus zwei Hauptorganen zusammengesetzt, dem axialen Stengel und den lateralen Blättern. Das ist bereits der Fall bei den Moosen (Bryophyta), denen die Gefäßbündel noch fehlen; sie stehen zwischen den beiden Hauptgruppen der gefäßlosen Thallophyten und der gefäßführenden Cormophyten in der Mitte. Uebrigens ist die histologische und organologische Sonderung dieser großen Hauptgruppen der Gewebpflanzen nicht scharf durchzuführen; sie zeigen vielmehr zahlreiche Uebergänge und Ausnahmen. Im Allgemeinen lassen sich aber ihre mannigfachen Gewebeformen in zwei große Gruppen bringen, die man als primäre und secundäre trennen kann. Die Primär-Gewebe sind die phylogenetisch älteren und histologisch einfachen „Zellgewebe“, wie sie die Thallophyten (Algen, Pilze und Moose) constituiren; Leitbündel fehlen oder sind nur schwach entwickelt. Aus ihnen sind erst später die Secundär-Gewebe entstanden, die Leitbündel oder Gefäßbündel und vielfach differenzirte andere Gewebformen (Cambium, Holz u. s. w.) bilden; sie constituiren den Körper der höher zusammengesetzten „Gefäßpflanzen“, der Farne (Pteridophyten) und Blumenpflanzen (Anthophyten).

Gewebe der Metazoen. Ganz ähnlich wie im Körper der Gewebpflanzen lassen sich auch in dem der Gewebthiere zwei Hauptgruppen von Geweben als primäre und secundäre unterscheiden; erstere sind phylogenetisch und ontogenetisch älter, letztere jünger. Die Primär-Gewebe der Metazoen sind die Epitelien, einfache Zellschichten oder von diesen direct abgeleitete Gewebsformen (Drüsen u. s. w.). Secundär-Gewebe, aus den ersteren durch physiologischen Arbeitswechsel und morphologische Differenzirung entstanden, sind die Apotelien; unter diesen „abgeleiteten Ge-

weben" der Thiere werden als drei Hauptgruppen Bindegewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe unterschieden. Aehnlich wie im Pflanzenreiche vertheilen sich auch im Thierreiche diese beiden Hauptgruppen der Gewebe auf die niederen und höheren Abtheilungen. Die Niederthiere oder Coelenterien (Gastraeaden, Spongien, Cnidarien) sind vorzugsweise aus Epitelien aufgebaut, ebenso auch die phyletisch älteren Gruppen der Oberthiere oder Coelomarien; bei der großen Mehrzahl der letzteren ist aber die Hauptmasse des Körpers aus Apotelien gebildet, und diese unterliegen hier der mannigfaltigsten histologischen Differenzirung. Der Embryo aller Metazoen besteht anfänglich nur aus Epitelien (den „Keimblättern"); erst später entwickeln sich aus denselben durch Differenzirung der Gewebe die Apotelien.

Organe der Histonen. Die vergleichende Anatomie unterscheidet im vielzelligen Körper der gewebebildenden Organismen eine große Zahl von verschiedenen Körpertheilen, die bestimmten Lebensaufgaben in zweckmäßigster Weise angepaßt und in Folge von Arbeitstheilung höchst mannigfaltig entwickelt sind; sie werden als Organe im engeren Sinne bezeichnet, im Gegensatz zu den Organellen (oder Organoiden) der Protisten; diese haben zwar eine ähnliche physiologische Bedeutung, sind ihnen aber — als Theile einer Zelle — morphologisch nicht gleichwerthig. Die auffällige Zweckmäßigkeit, die sich im Bau der einzelnen Organe behufs Erfüllung ihrer besonderen Lebens-Aufgabe nachweisen läßt, und ebenso der planmäßige Aufbau derselben zur individuellen Einheit des Histon — mit einem Wort: die zweckmäßige Organisation erklärt die Selections-Theorie (Darwin) mechanisch in genügender Weise, während ihre Entstehung durch die teleologischen Hypothesen der dualistischen Biologie (z. B. die „intelligenten Dominanten" von Reinke) nicht erklärt wird. Die stufenweise Vervollkommnung der Organe und ihrer physiologischen Arbeitstheilung zeigt in beiden Reichen der Histonen vielfache Analogien; während auf den niedersten Stufen das einfache Organ nur ein

individuell gesondertes Stück eines primitiven Gewebes darstellt, lassen sich auf den höheren Stufen besondere Organ-Systeme und Organ-Apparate unterscheiden.

Organ-Systeme. Der individuelle Begriff des Organ-Systems wird bestimmt durch die Einheit eines Gewebes, das in der Gesammtheit der dazugehörigen Organe den charakteristischen Bestandtheil bildet. Solche Systeme sind im Reiche der Metaphyten das Hautdeckensystem (mit dem Gewebe der Epidermis), das Gefäßbündelsystem (mit den Leitbündeln und Gefäßbündeln) und das Füllgewebesystem (mit dem Grundgewebe). Im Reiche der Metazoen werden in analoger Weise unterschieden: das Hautdeckensystem (Integument der Epidermis), das Blutgefäßsystem (mit dem Mesenchym-Gewebe des Blutes und der Blutgefäße), das Muskelsystem (mit dem Gewebe des Fleisches) und das Nervensystem (mit den Neuronen des Nervengewebes).

Organ-Apparate. Im Gegensatze zu dem histologischen Begriffe des Organ-Systems steht der physiologische Begriff des Organ-Apparates. Dieser wird nicht durch die Einheit des constituirenden Gewebes bedingt, sondern durch die Einheit der Lebens-Arbeit, die durch die betreffende Organ-Gruppe der Histonen geleistet wird. Ein solcher Organ-Apparat ist z. B. die Blume und die daraus entstehende Frucht der Phanerogamen, das Auge und der Darm der Thiere. In diesen Apparaten können die verschiedensten Organe und Organ-Systeme zweckmäßig verbunden sein, um eine bestimmte physiologische Aufgabe zu erfüllen.

Das Histonal-Individuum. Als das „eigentliche Individuum" (im weiteren Sinne!) wird gewöhnlich bei den höheren Thieren und Pflanzen der gewebebildende und aus Organen zusammengesetzte Organismus bezeichnet, den wir hier kurz und prägnant als Histonal-Individuum (— oder kürzer: „Histonale" —) bezeichnen wollen. Die Botaniker unterscheiden diese individuelle Erscheinung der Metaphyten als Sproß (Blastus). Die Zoologen bezeichnen die entsprechende Bildungs-Einheit als Person (Prosopon). Beide

Formen des „eigentlichen" Individuums zeigen in ihrem allgemeinen Verhalten viele Uebereinstimmung und erscheinen als „Individuum zweiter Ordnung", wenn man der Zelle die erste Stufe und dem Stock die dritte Stufe in der Rangordnung der organischen Individualität einräumt. Trotzdem existirte bisher keine gemeinsame Bezeichnung für beide Formen. Wenn wir sie hier allgemein unter dem Begriff der Histonalen oder Histonal-Individuen zusammenfassen, so wollen wir damit die geschlossene physiologische Einheit des vielzelligen und gewebebildenden Organismus bezeichnen, gegenüber den einzelligen Protisten einerseits und dem höheren, aus vielen Histonalen zusammengesetzten Stock (Cormus) anderseits.

Der Sproß (Blastus). Das Histonal-Individuum der Gewebpflanzen, das vorzüglich der geistreiche Botaniker Alexander Braun als Sproß klar unterschieden und charakterisirt hat, tritt im Reiche der Metaphyten in zwei verschiedenen Hauptformen auf, in der niederen Form des Lagersprosses (Thallus) und der höheren Form des Stengelsprosses (Culmus). Der Thallus ist vorherrschend in dem niederen und älteren Unterreiche der Lagerpflanzen (Thallophyta), in den Classen der Algen und Pilze; der Culmus hingegen in dem höheren und jüngeren Unterreiche der Stockpflanzen (Cormophyta), in den Classen der Moose, Farne und Blumenpflanzen. Der Culmus zeigt allgemein die charakteristische Zusammensetzung aus einem axialen Central-Organ, dem Stengel, und an diesen seitlich befestigten Lateral-Organen, den Blättern; der erstere mit unbegrenztem Scheitelwachsthum, die letzteren mit begrenztem Basalwachsthum. Der Thallus zeigt diesen wichtigen morphologischen Gegensatz noch nicht. Indessen giebt es Ausnahmen in beiden Gruppen der Metaphyten. Die großen und hoch entwickelten Fucoideen unter den Algen zeigen bereits ähnliche Organ-Differenzirungen, wie sie bei den höheren Cormophyten als Stengel und Blätter unterschieden werden. Anderseits fehlen dieselben noch den niederen Lebermoosen, die einen gleichen Thallus wie manche Algen bilden; so ist z. B. das Lebermoos Riccia fluitans

ganz ähnlich der braunen Alge Dictyota dichotoma. Auch andere primitive Lebermoose (z. B. Anthoceros) haben noch einen ganz einfachen Thallus; die Mehrzahl derselben zeigt aber schon die Sonderung des Thallus in ein Axial-Organ (Stengel) und mehrere Lateral-Organe (Blätter). Durch die Arbeitstheilung der Blätter bilden sich dann die Differenzen von Niederblättern, Laubblättern, Hochblättern und Blüthenblättern aus. Eine einfache Mohnpflanze (Papaver) oder eine einblüthige Gentiana ciliata, die nur eine einzige Blüthe am Scheitel des unverästelten Stengels trägt, ist das Beispiel eines hochentwickelten Culmus.

Die Person (Persona oder Prosopon). Dem Sprosse unter den Metaphyten entspricht die Person unter den Metazoen. Alle diese Gewebthiere durchlaufen in ihrer embryonalen Entwickelung die bedeutungsvolle Keimstufe der Gastrula oder des „Becherkeims". Der ganze Körper des Gewebthieres bildet auf dieser Stufe ursprünglich ein einfaches Darmsäckchen oder Magensäckchen (Urdarm), dessen Hohlraum sich nach außen durch einen Urmund öffnet; die dünne Wand des Säckchens bilden zwei an einander liegende Zellschichten, die beiden „primären Keimblätter". Diese Gastrula ist die einfachste Form der Person, und die beiden Keimblätter sind ihre einzigen Organe. (Vergl. Kapitel 10, S. 254.)

Die mannigfaltigen Thierformen, die sich aus dieser gemeinsamen Keimform der Gastrula höchst divergirend entwickeln, lassen sich sämmtlich auf zwei Unterreiche vertheilen, die Niederthiere (Coelenteria) und die Oberthiere (Coelomaria); erstere entsprechen durch die Einfachheit ihres Baues in vieler Beziehung den Thallophyten, letztere den Cormophyten. Unter den vier Stämmen der Coelenterien (die nur eine Darmöffnung und noch keine Leibeshöhle besitzen) bleiben die Gastraeaden auf der Gastrula-Stufe stehen; die Spongien bilden durch Multiplication derselben Stöcke von Gastraeaden. Dagegen entwickeln sich die Nesselthiere (Cnidaria) zu höheren Radial-Personen, die Plattenthiere (Platodes) zu niederen Bilateral-Personen. Von diesen letzteren sind die Wurmthiere

(Vermalia) abzuleiten, die gemeinsame Stammgruppe der fünf höheren Thierstämme, der ungegliederten Mollusken, Echinodermen und Tunicaten, der gegliederten Articulaten und Vertebraten.

Gliederung der Histonalen (Metamerie). Ein großer Theil der physiologischen Vorzüge und der morphologischen Vollkommenheit, welche die höheren Histonen gegenüber den niederen zeigen, beruht darauf, daß der Körper des gewebebildenden Organismus sich gliedert, d. h. in der Längsaxe in mehrere gleichartige Abschnitte sondert. Mit dieser Multiplication der Organgruppen ist meistens eine mehr oder minder weit gehende Arbeitstheilung derselben verknüpft, ein Hauptfactor höherer Vervollkommnung. Auch in diesem Punkte zeigt sich der biogenetische Parallelismus zwischen den beiden Hauptgruppen der Gewebpflanzen und der Gewebthiere.

Metamerie der Metaphyten. Im Reiche der Gewebpflanzen erheben sich die gegliederten Cormophyten weit über die ungegliederten Thallophyten. Indem die Stengelgliederung der ersteren sich ausbildet, indem zwischen je zwei Stengelgliedern oder Internodien sich an den Knoten (Nodi) Blätter entwickeln, ist der polymorphen Differenzirung ein weit größerer Spielraum gegeben als bei den Thallophyten, denen eine solche Metamerie meistens fehlt. Wenn die Abstände der Knoten weit sind, nennt man solche gegliederte Sprossen: Langtriebe; wenn sie eng sind: Kurztriebe. Auf der sexuellen Arbeitstheilung der dichtgedrängten Blattkreise an einem Kurztriebe beruht die Ausbildung der Blüthe bei den Blumenpflanzen oder Phanerogamen.

Metamerie der Metazoen. Den beiden Gruppen der ungegliederten und gegliederten Sprossen im Reiche der Gewebpflanzen entsprechen in mehrfacher Beziehung die beiden Abtheilungen der ungegliederten und gegliederten Personen im Reiche der Gewebthiere. Ueber alle anderen Metazoen erheben sich hier durch Vollkommenheit der Organisation und vielseitige Leistungsfähigkeit die beiden Stämme der Gliederthiere und Wirbelthiere. Bei den Gliederthieren (Articulata) ist die Metamerie eine überwiegend

äußere, eine Articulation der Leibeswand. Bei den Wirbelthieren (Vertebrata) dagegen betrifft sie vorzugsweise die inneren Organe: Skelett und Muskelsystem. Die Vertebration oder Gliederung der Wirbelthiere ist äußerlich nicht erkennbar wie die der Gliederthiere. In beiden Stämmen ist die Gliederung der niederen und älteren Formen gleichartig (homonom), so bei den Anneliden und Myriapoden, den Acraniern und Cyclostomen. Je höher sich dagegen die Organisation erhebt, desto mehr tritt die Ungleichartigkeit (Heteronomie) der Metameren oder Gliederstücke hervor, so bei den Arachniden und Insecten, den Amphibien und Amnioten. Denselben Gegensatz zeigen die niederen und höheren Crustaceen. Während diese Metamerie der höheren Metazoen eine motorische ist, durch die Bewegungsart der langgestreckten Person erworben, findet sich dagegen in einigen Gruppen der niederen, meist ungegliederten Metazoen eine propagative Metamerie, durch terminale Knospung bedingt; so die Strobilation der Kettenbandwürmer und der Scyphostoma-Polypen. Die einzelnen Metameren, die sich hier vom Ende der Kette ablösen, lassen ihre physiologische Individualität sofort erkennen. Das ist auch der Fall bei manchen Anneliden, bei denen jedes abgetrennte Glied die Fähigkeit besitzt, die ganze Metameren-Kette zu reproduciren.

Stöcke der Histonen (Cormi). Die dritte und höchste Stufe der Individualität, zu der sich der vielzellige Organismus erhebt, ist der Stock oder die Colonie (Cormus). Sie entsteht meistens durch bleibende Vereinigung von Histonalen, die durch Spaltung (unvollständige Theilung oder Knospung) aus einem Histon-Individuum hervorgehen. Die große Mehrzahl der Metaphyten bildet in diesem Sinne eine „zusammengesetzte Pflanze". Unter den Metazoen hingegen kommt diese Form der Individualität nur bei den niederen (meistens nur bei festsitzenden) Abtheilungen zur Entwickelung. Abermals zeigt sich auch hier in beiden Hauptgruppen der Histonen ein auffälliger Parallelismus der Entwickelung. Auf den niederen Stufen der Stockbildung sind die socialen Histonalen

unter sich gleich. Auf den höheren Stufen hingegen erlangen sie durch Arbeitstheilung ungleiche Bildung, und je weiter sich die Unterschiede derselben entwickeln, desto abhängiger werden sie von einander, desto mehr wird der ganze Stock centralisirt (z. B. bei den Siphonophoren). Als zwei Hauptformen der Stockbildung können wir danach die homonome und heteronome unterscheiden, erstere ohne, letztere mit Arbeitstheilung der Histonalen.

Staaten der Thiere. Die Culturgeschichte des Menschen lehrt uns, daß die aufsteigende Entwickelung der Cultur mit drei verschiedenen Vorgängen verknüpft ist: I. Associon (oder Association) der Individuen zu einer Gemeinschaft (Vereinsbildung); II. Arbeitstheilung (Ergonomie) der socialen Personen und in Folge dessen verschiedene Ausbildung derselben oder Formspaltung (Polymorphismus); III. Centralisation oder Integration des einheitlichen Ganzen, straffe Organisation des Vereins. Dieselben Grundgesetze der Sociologie gelten ebenso für alle anderen Vereinsbildungen in der organischen Welt; auch für die stufenweise Entwickelung der einzelnen Organe aus den Geweben und Zellvereinen. Die Staatenbildung der Menschen schließt sich unmittelbar an die Herdenbildung der nächstverwandten Säugethiere an. Die Herden der Affen und Hufthiere, die Rudel der Wölfe und Pferde, die Schwärme und Schaaren der Vögel, oft beherrscht von einem Leitthiere, zeigen uns verschiedene Stufen der „Staatenbildung“; ebenso die Schwärme der höheren Gliederthiere (Insecten, Crustaceen), insbesondere die Staaten der Ameisen und Termiten, die Stöcke der Bienen u. s. w. Diese organisirten Vereine von frei lebenden Personen unterscheiden sich von den festsitzenden Stöcken niederer Thiere hauptsächlich dadurch, daß die socialen Personen nicht körperlich zusammenhängen, sondern durch das ideale Band der Interessen-Gemeinschaft zusammengehalten werden.

Vierte Tabelle.

Stammesgeschichte der lebendigen Substanz.

Phylogenie des Plasma.

(Vergl. S. 146—164.)

I. Erste Stufe: Archiplasma oder Plasson der Moneren.

Die lebendige Substanz (als primär homogenes Plasma), durch Archigonie entstanden, ist noch ganz structurlos und besteht nur aus gleichartigen Biogen-Molecülen. Der ursprüngliche Elementar-Organismus ist ein Moner: Chromaceen, Bakterien.

II. Zweite Stufe: Sonderung von Karyoplasma und Cytoplasma.

Das Archiplasma sondert sich in zwei verschiedene lebendige Substanzen: die innere, dichtere Masse bildet durch Anhäufung von „Erbmasse“ Karyoplasma oder Kernsubstanz; die äußere, weichere Masse bleibt als Cytoplasma oder Zellsubstanz in Verkehr mit der Außenwelt. Ersterer bildet bei fortschreitender morphologischer Sonderung den Zellenkern (Karyon oder Nucleus), letztere den Zellenleib (Cytosoma oder Celleus). — Einzellige Protisten von einfachster Organisation.

III. Dritte Stufe: Sonderung von differenten activen Plasma-Theilen.

Durch Wechselwirkung der beiderlei Zellsubstanzen, besonders durch die Complicationen, die sich in Folge der Befruchtung und der sexuellen Zeugung ergeben, sondern sich in denselben differente secundäre Substanzen: Im Zellkern differenzirt sich das Chromatin (= Nucleïn) vom Achromin (= Linin); im Zellenleib sondert sich das innere Polioplasma vom äußeren Hyaloplasma. Viele Protisten und viele Gewebezellen von Histonen.

IV. Vierte Stufe: Bildung von Schaumstructuren und Membranen.

Durch Aufnahme von imbibirtem Wasser oder wässerigen Lösungen bilden sich im Karyoplasma des Zellkerns ebenso wie im Cytoplasma des Zellenleibes Vacuolen oder Wasserbläschen, die durch gegenseitigen Druck sich abplatten und schaum- oder wabenähnliche Bildung erzeugen; gleichzeitig verdichtet sich die äußerste Rindenschicht des Karyoplasma ebenso wie des Cytoplasma und bildet eine Membran (— „bläschenförmiger Kern und bläschenförmige Zelle“ —).

V. Fünfte Stufe: Bildung von Plasma-Diffacten und Plasma-Producten.

In Folge weiterer Arbeitstheilung der beiderlei Zellsubstanzen sondern sich besondere active Organelle oder „Zellorgane“: im Zellkern Nucleolus, Centrosoma und Karyotheke, im Zellenleib Chromoplasten, Chloroplasten, Myoplasten, Neuroplasten u. s. w. Als passive Producte werden vom activen Cytoplasma abgeschieden: theils innere Plasma-Producte (Mikrosomen, Fettkörner, Pigmentkörner, Krystalle), theils äußere Plasma-Producte: Zellhüllen oder Cytotheken (Zellmembranen, Zellschalen, Zellkapseln); ferner Intercellar-Substanzen und Cuticular-Substanzen.

Fünfte Tabelle.

Stufenleiter der Lebenseinheiten.

(Scala der organischen Individualität.)

Pflanzen-Individuen (Vegetale Bionten).	**Thier-Individuen** (Animale Bionten).
I. Erste Hauptstufe der vegetalen Individualität.	**I. Erste Hauptstufe der animalen Individualität.**
Die Urpflanze (Protophyton).	Das Urthier (Protozoon).
Einzelliger Organismus mit Carbon-Assimilation.	**Einzelliger Organismus mit Albumin-Assimilation.**
IA. Phytomoneren (Chromacea). Kernlose plasmodome Urzellen.	ID. Zoomoneren (Bacteria). Kernlose plasmophage Urzellen.
IB. Kernhaltige Urpflanzen. Die meisten Protophyta solitaria.	IE. Kernhaltige Urthiere. Die meisten Protozoa solitaria.
IC. Vegetale Zellvereine (Coenobia protophyta). Zellstöckchen oder Zellcolonien von Diatomeen, Desmidiaceen u. s. w.	IF. Animale Zellvereine (Coenobia protozoa). Zellstöckchen oder Zellcolonien von Infusorien, Rhizopoden u. s. w.
II. Zweite Hauptstufe der vegetalen Individualität.	**II. Zweite Hauptstufe der animalen Individualität.**
Der Sproß (Culmus).	Die Person (Persona).
Vielzelliges einfaches Metaphyton mit Geweben.	**Vielzelliges einfaches Metazoon mit Geweben.**
IIA. Lagersproß (Thallus simplex). Einzelpflanze der Tallophyten (Algen und Pilze).	IID. Person der Niederthiere. Einzelthier der Coelenterien. Einfache Polypen und Medusen. Platoden.
IIB. Culmus der gefäßlosen Cormophyten (Moose).	IIE. Person der ungegliederten Oberthiere (Wurmthiere, Weichthiere, Mantelthiere).
IIC. Culmus der Gefäßpflanzen (Farne und Blumenpflanzen).	IIF. Person der gegliederten Oberthiere (Sternthiere, Gliederthiere, Wirbelthiere).
III. Dritte Hauptstufe der vegetalen Individualität.	**III. Dritte Hauptstufe der animalen Individualität.**
Der Pflanzenstock (Phytocormus).	Der Thierstock (Zoocormus).
Zusammengesetzte verzweigte Gewebpflanze (Metaphyton compositum).	**Zusammengesetztes, coloniebildendes Gewebthier** (Metazoon compositum).
IIIA. Thallusstock (Thalloma). (Verzweigte Thalluspflanzen.) Die Mehrzahl der Algen.	IIID. Festsitzende, pflanzenähnliche Thierstöcke (Spongien, Polypen, Korallen, Bryozoen u. s. w.).
IIIB. Verzweigte Moose (Bryophyta composita).	IIIE. Freibewegliche Thierstöcke mit Arbeitstheilung (Siphonophoren, Cestoden, einzelne Anneliden).
IIIC. Verzweigte Gefäßpflanzen (Stockbildende Farne und Blumenpflanzen.)	IIIF. Thierstaaten, Herden (Schwärme von geselligen Metazoen, Herden der Wirbelthiere).

Achtes Kapitel.

Lebensformen.

Realformen und Grundformen. Krystalle und Bionten. Symmetrie-Gesetze. Schönheit der organischen Gestalten.

„Was man an der Natur Geheimnißvolles pries,
Das wagen wir verständig zu probiren:
Und was sie sonst organisiren ließ,
Das lassen wir krystallisiren."

Goethe.

„Die große Mehrzahl aller Naturkörper läßt bei sorgfältiger Untersuchung, bei Ausmessung ihrer Größendimensionen, bei Beschreibung ihrer Gestalt und Zusammensetzung bestimmte mathematische Verhältnisse erkennen. Diese finden ihren Ausdruck in einer gewissen S y m m e t r i e der Körpertheile und können auf eine geometrische G r u n d f o r m zurückgeführt werden, wenn man die Größenverhältnisse ihrer idealen A x e n und der W i n k e l, unter denen sie sich schneiden, mathematisch bestimmt."

Kunstformen der Natur (1904).

Inhalt des achten Kapitels.

Morphologie. Symmetrie-Gesetze. Grundformen der Thiere und Pflanzen. Grundformen der Protisten und Histonen. Vier Hauptklassen der Grundformen. I. Centrostigmen: Kugeln (Glattkugel und Tafelkugel). II. Centraxonien: Grundformen mit Central-Axe. Einaxige (Monaxonien, gleichpolig und ungleichpolig). Kreuzaxige (Stauraxonien, Doppelpyramiden und Pyramiden). III. Centroplanen: Grundformen mit Central-Ebene. Bilaterale Symmetrie. Bilateral-radiale und bilateral-symmetrische Grundformen. Asymmetrische Grundformen. IV. Anaxonien: Irreguläre Grundformen. Ursachen der Formbildung. Grundformen der Moneren, Protisten und Histonen. Grundform und Lebensweise. Schönheit der Naturformen. Aesthetik und Ornamentik der organischen Formen. Kunstformen der Natur.

Literatur.

Ernst Haeckel, 1866. Generelle Promorphologie oder Allgemeine Grundformenlehre der Organismen. Viertes Buch der Generellen Morphologie. Bd. 1, S. 375—574. Berlin.

Heinrich Bronn, 1858. Morphologische Studien über die Gestaltungsgesetze der Naturkörper. Leipzig.

Adolf Zeising, 1854. Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers. Leipzig.

Derselbe, 1855. Aesthetische Forschungen (Frankfurt). Der goldene Schnitt (Halle, 1884).

Carus Sterne (Ernst Krause), 1891. Natur und Kunst. Studien über Entwickelungsgeschichte der Kunst. Berlin.

Wilhelm Bölsche, 1894. Entwickelungsgeschichte der Natur. Neudamm.

Ernst Haeckel, 1862—1877. Monographie der Radiolarien (mit 174 Tafeln). 4 Theile. Berlin. Report of the Voyage of H. M. Ship Challenger. Vol. XVIII. With 140 Plates. London.

Georg Hirth, 1897. Aufgaben der Kunstphilosophie. München.

Alexander Baumgarten, 1750. Aesthetica. Leipzig.

Theodor Vischer, 1847. Aesthetik oder Wissenschaft des Schönen. 3 Bände. Stuttgart.

Theodor Fechner, 1876. Vorschule der Aesthetik. Leipzig.

Karl Lemcke, 1865. Populäre Aesthetik. 6. Aufl. 1890. Leipzig.

K. Wyneken, 1904. Der Aufbau der Form beim natürlichen Werden und künstlerischen Schaffen. Dresden.

Wilhelm Bölsche, 1902. Von Sonnen und Sonnenstäubchen. Kosmische Wanderungen. Berlin.

Ernst Haeckel, 1899—1904. Kunstformen der Natur. Zehn Hefte mit 100 Tafeln. (11. Heft, Text, Supplement.) Leipzig.

Morphologie. Die unendliche Fülle verschiedener Gestalten, die uns im weiten Reiche des organischen Lebens entgegentritt, erfreut nicht nur unsere Sinne durch ihre Schönheit und Mannigfaltigkeit, sondern sie reizt auch unsere Wißbegierde, indem sie die Fragen nach ihren Ursachen und ihrem inneren Zusammenhange anregt. Während die ästhetische Beschäftigung mit der Schönheit der Lebensformen der bildenden Kunst unerschöpfliche Quellen erschließt, ist dagegen die wissenschaftliche Erkenntniß ihrer Zusammensetzung und Gestaltung, ihrer Entstehung und Entwickelung Gegenstand einer besonderen biologischen Wissenschaft, der Morphologie oder Formenlehre. Die Principien dieser letzteren habe ich vor 38 Jahren in meiner „Generellen Morphologie" eingehend erörtert. Dieselben liegen dem gewöhnlichen Bildungskreise so fern und sind auch ohne Hinweis auf zahlreiche erläuternde Abbildungen so schwer zu verstehen, daß ich hier auf näheres Eingehen verzichten muß. Ich will daher in diesem Kapitel nur diejenigen Verhältnisse der organischen Gestaltungen kurz berühren, welche die schwierige Frage von ihren idealen Grundformen, den Gesetzen ihrer Symmetrie-Verhältnisse und ihre Beziehung zur Krystallbildung betreffen. Eingehender habe ich diese verwickelten Probleme kürzlich im letzten (elften) Hefte meiner „Kunstformen der Natur" behandelt. Die 100 Tafeln dieses Werkes können zugleich zur anschaulichen Illustration der morphologischen Verhältnisse dienen; die betreffenden Tafeln sind in den nachfolgenden Erörterungen mit Angabe ihrer Nummer durch Kf. bezeichnet.

Grundformen der Thiere und Pflanzen. Die Einheit der organischen Bildung, die überall in der materiellen Grundlage der lebendigen Naturkörper, in der chemischen Zusammensetzung und in der Gestaltungskraft ihres Plasma sich ausspricht, zeigt sich auch in den Symmetrie-Gesetzen ihrer Grundformen. Die unendliche Mannigfaltigkeit der Speciesformen läßt sich sowohl im Thierreich wie im Pflanzenreich auf wenige Hauptgruppen oder Klassen von Grundformen zurückführen, und diese zeigen in beiden Reichen keinen Unterschied (vgl. Tabelle 6, S. 215). Die sechsstrahlige Lilien-Blume hat dieselbe reguläre Grundform wie die hexaradiale Koralle oder Seerose (Kf. 9, 49), und die bilateral-radiale Grundform ist dieselbe im Veilchen und im zweiseitigen Seeigel (Clypeaster Kf. 30). Die dorsiventrale oder bilateral-symmetrische Grundform der meisten grünen Baumblätter wiederholt sich in der Person der meisten höheren Thiere (Coelomarien); der Unterschied von rechts und links bedingt in Beiden zugleich den charakteristischen Gegensatz von Rücken und Bauch.

Grundformen der Protisten und Histonen. Viel wichtiger als die übliche Unterscheidung von Thier und Pflanze ist in Beziehung auf die Grundformen und ihre Ausgestaltung der Gegensatz zwischen Protisten und Histonen. Denn die Protisten, die einzelligen Organismen (ohne Gewebe!), offenbaren eine viel größere Freiheit und Mannigfaltigkeit in der Entwickelung der Grundformen als die Histonen, die vielzelligen und gewebebildenden Organismen. Bei den Protisten (ebensowohl Protophyten als Protozoen) entscheidet über die Symmetrie der Grundform und die besondere Ausbildung ihrer Anhänge die Gestaltungskraft des Elementar-Organismus, der einzelnen Zelle; dagegen bei den Histonen (sowohl Metaphyten als Metazoen) die Plasticität des Gewebes, das sich aus vielen gesellig verbundenen Zellen zusammensetzt. Auf Grund dieses tectologischen Gegensatzes kann man die ganze organische Welt in vier Reiche (oder Unterreiche) eintheilen, wie das morphologische System der 7. Tabelle, S. 216, zeigt.

Grundformen der Radiolarien. In Bezug auf die allgemeine Grundformenlehre (Promorphologie) ist die interessanteste und formenreichste unter allen Organismen-Gruppen die Klasse der Strahlinge (Radiolaria). Denn alle verschiedenen Grundformen, welche man im geometrischen System unterscheiden und mathematisch definiren kann, finden sich thatsächlich in den zierlichen Kiesel-Skeletten dieser einzelligen, im Meere schwebenden Protozoen verkörpert vor. Ich habe über viertausend Formen derselben in meiner Monographie der Challenger-Radiolarien unterschieden und auf 140 Tafeln abgebildet*).

Symmetrie-Gesetze. Nur sehr wenige organische Formen erscheinen ganz unregelmäßig, ohne jede Spur von Symmetrie, oder wechseln beständig ihre „formlose" Gestalt, wie z. B. die Amoeben und die ähnlichen „amoeboiden Zellen" der Plasmodien. Die große Mehrzahl aller organischen Körper läßt sowohl in ihrer äußeren Gesammtform als in der Bildung ihrer einzelnen Theile eine gewisse Gesetzmäßigkeit erkennen, die man als Symmetrie im weiteren Sinne bezeichnen kann. Das Gesetzmäßige dieser symmetrischen Bildung spricht sich oft auf den ersten Blick darin aus, daß gleichartige Theile in einer bestimmten Zahl und Größe neben einander geordnet sind, und daß bestimmte ideale Axen und Ebenen unterscheidbar sind, die sich unter meßbaren Winkeln schneiden. Viele organische Formen gleichen hierin den anorgischen Krystallen. Der wichtige Zweig der Mineralogie, der diese Krystallformen beschreibt, mißt und in mathematischen Formeln festlegt, ist die Krystallographie. Ein verwandter Zweig der biologischen Formenkunde, der bisher sehr vernachlässigt wurde, ist die Grundformenlehre (Promorphologie). Beide Forschungszweige verfolgen gemeinsam die Aufgabe, in der realen vorliegenden Körperform ein ideales Symmetrie-Gesetz zu entdecken und dieses in einer ganz bestimmten mathematischen Formel auszudrücken.

* Vergl. Wilhelm Bölsche, Die Wunderwelt der Radiolarien. Ein Blick in die Tiefsee. (Von Sonnen und Sonnenstäubchen. Berlin 1902.)

Promorphologie. Die Zahl der idealen Grundformen, auf die sich die Symmetrie-Verhältnisse der unzähligen realen Lebensformen zurückführen lassen, ist verhältnißmäßig gering. Früher begnügte man sich mit der Unterscheidung von zwei oder drei Hauptgruppen: I. Strahlige Grundformen (radiäre oder actinomorphe), II. Zweiseitige Grundformen (bilaterale oder zygomorphe) und III. Unregelmäßige Grundformen (irreguläre oder amorphe). Wenn man aber die charakteristischen Merkmale und Unterschiede der Grundformen schärfer ins Auge faßt, und dabei die Verhältnisse der bestimmenden idealen Axen und ihrer Pole gebührend berücksichtigt, gelangt man zur Unterscheidung der neun Gruppen von Grundformen, die in unserer 6. Tabelle zusammengestellt sind. In diesem promorphologischen System ist maßgebend das Verhältniß der Lagerung der Theile zur natürlichen Mitte des Körpers (S. 215). Wir unterscheiden daraufhin zunächst vier Klassen von Grundformen: 1. Die Centrostigmen zeigen als natürliche Körpermitte einen Punkt, 2. die Centraxonien eine gerade Linie (Axe), 3. die Centroplanen eine Ebene (Median-Ebene); 4. die Centraporien (Acentra oder Anaxonia), die ganz unregelmäßigen Grundformen, lassen überhaupt keine Mitte und keine Symmetrie unterscheiden.

I. **Centrostigme Grundformen.** (Erste Classe der idealen Grundformen.) Die natürliche Mitte der Körperform ist ein mathematischer Punkt. Eigentlich giebt es nur eine einzige, hierher gehörige Form, und das ist die regelmäßigste von Allen, die Kugel. Man kann jedoch zwei Unterclassen derselben unterscheiden, die Glattkugeln und die Tafelkugeln. Die Glattkugel (Holosphaera) ist die mathematisch reine Kugel, bei der alle Punkte der Oberfläche gleich weit vom Mittelpunkt entfernt und alle durch letzteren gelegten Axen von gleicher Länge sind. In vollkommen reiner Ausbildung verkörpert zeigt sie die Eizelle vieler Thiere (z. B. des Menschen und der Säugethiere), die Pollenzelle vieler Pflanzen; ferner solche Zellen, die sich frei in einer Flüssigkeit schwebend entwickeln, die einfachsten Formen der Radiolarien (Actissa), ferner die sphärischen Coenobien der Volvocinen und Catallacten, und die entsprechende reine Embryonal-Form der

Blastula. Die Glattkugel ist deshalb von ganz besonderer Bedeutung, weil sie die einzige absolut reguläre Grundform darstellt, die einzige Form mit vollkommen stabilem Gleichgewicht und zugleich die einzige organische Form, die unmittelbar physikalisch zu erklären ist; anorganische Flüssigkeiten (Quecksilbertropfen, Wassertropfen) nehmen ebenso von selbst die reine Kugelform an, wie Oeltropfen, die in einer wässerigen Flüssigkeit von gleichem specifischem Gewicht (z. B. einer Mischung von Alkohol und Wasser) schweben.

Die Tafelkugel oder Facettenkugel (Phatnosphaera) ist das sogenannte endosphärische Polyeder, d. h. ein vielflächiger Körper, dessen Ecken sämmtlich in eine Kugelfläche fallen. Die Axen oder Kugeldurchmesser, die man durch die Ecken und den Mittelpunkt legt, sind sämmtlich unter sich gleich, und größer als alle anderen (durch die Tafeln oder Facetten gelegten) Axen. Solche getäfelte Kugeln finden sich zahlreich verkörpert in den kugeligen Kieselskeletten vieler Radiolarien; die kugelige Centralkapsel vieler Sphäroideen ist von einer concentrischen Gallerthülle umschlossen, an deren sphärischer Oberfläche ein Netzwerk von feinen Kieselfäden ausgeschieden wird. Die Maschen dieses Netzwerks sind bald regelmäßig (meistens dreieckig oder sechseckig), bald unregelmäßig; aus den Knotenpunkten des Netzes (die sämmtlich in der Kugelfläche liegen) erheben sich oft radiale Kieselstacheln (Kf. 1, 51, 91). Auch die Pollenkörner im Blüthenstaube vieler Blumenpflanzen nehmen die Form von Tafelkugeln an.

II. **Centraxonie Grundformen**: die natürliche Mitte des Körpers ist eine gerade Linie, die Hauptaxe (Principal-Axe). Diese große Gruppe von Grundformen zerfällt in zwei Classen, je nachdem jene Axe die einzige feste Ideal-Axe des Körpers ist, oder daneben noch feste Kreuzaxen zu unterscheiden sind, welche sie rechtwinklig schneiden. Erstere nennen wir Einaxige (Monaxonia), letztere Kreuzaxige (Stauraxonia). Der horizontale Querschnitt (senkrecht zur Hauptaxe) ist bei den Einaxigen kreisrund, bei den Kreuzaxigen vieleckig (polygonal).

Einaxige Grundformen (Monaxonia): die Form wird nur durch eine einzige feste Axe bestimmt, die Hauptaxe (Axon principalis); ihre beiden Pole können entweder gleich sein (Isopola) oder ungleich (Allopola). Zu den gleichpolig Einaxigen (Isopola) gehören die bekannten einfachen Formen, die in der Geometrie unterschieden werden als Sphäroide (abgeplattete Kugeln), biconvexe Linsen,

Ellipsoide, Doppelkegel, Cylinder u. s. w. Eine horizontale Schnittebene, die man durch die Mitte der verticalen Hauptaxe legt, teilt den Körper in zwei congruente Hälften. Dagegen sind diese Teilstücke ungleich an Größe und Form bei den ungleichpolig Einaxigen (Allopola); der obere Acralpol oder Scheitel (Spitze) ist verschieden vom unteren Basalpol oder der Grundfläche (Basis); so bei der Eiform (des Vogel-Eies), der planconvexen Linse, der Halbkugel, dem Kegel u. s. w. Beide Subclassen der Monaxonien, sowohl die Allopolen (Konoidalen) als die Isopolen (Sphäroidalen), finden sich vielfach verkörpert in organischen Gestalten, ebenso Gewebzellen der Histonen, wie selbständig lebenden Protisten (Kf. 4, 84).

Kreuzaxige Grundformen (Stauraxonia). Die vertical gedachte Hauptaxe (Axon principalis) wird von zwei oder mehreren horizontalen Kreuzaxen oder „Strahlen" (Axones radiales) geschnitten. Das ist der Fall bei denjenigen Formen, die man früher gewöhnlich als reguläre oder radiale bezeichnete. Auch hier können wieder, wie bei den Monaxonien, als zwei Unterclassen Isopole und Allopole unterschieden werden, je nachdem die beiden Pole der Hauptaxe gleich oder ungleich sind.

Gleichpolig Kreuzaxige (Stauraxonia isopola) sind z. B. die Doppel-Pyramiden; eine der einfachsten Formen das Octaeder. Diese Form zeigen in sehr charakteristischer Weise die meisten Acantharien ausgeprägt, jene Radiolarien, bei denen 20 Radial-Stacheln (aus kieselsaurem Kalk bestehend) von dem Mittelpunkte der verticalen (stachellosen) Hauptaxe ausstrahlen. Diese 20 Radien sind, wenn man sich das Bild der Erdkugel mit ihrer senkrechten Axe vor Augen hält, dergestalt auf fünf horizontale Gürtel von je 4 Stacheln vertheilt, daß in der Aequator-Ebene sich zwei Paar rechtwinklig kreuzen, jederseits aber (in der nördlichen und südlichen Hemisphäre) die Spitzen von 4 Stacheln in die Tropenzone fallen, die Spitzen von 4 Polar-Stacheln in die Polarkreise; 12 Stacheln (die 4 äquatorialen und die 8 polaren) liegen in zwei auf einander senkrechten Meridian-Ebenen; dagegen liegen die 8 Tropenstacheln in zwei anderen Meridian-Ebenen, welche die letzteren unter Winkeln von 45 Grad kreuzen. Bei den meisten Acantharien (sowohl den sternförmigen Acanthometren, als den gepanzerten Acanthophracten) — mit wenigen Ausnahmen — bleibt dieses merkwürdige Stellungsgesetz der 20 Radial-Stacheln (— das Icosacanthen-Gesetz —) in Folge strenger Vererbung getreu

erhalten; seine Entstehung erklärt sich durch die Anpassung an eine zweckmäßige Haltung, welche der im Meere schwebende einzellige Körper in einer bestimmten Gleichgewichts-Lage einnimmt (Kf. 21, 41). Verbindet man die Spitzen der realen Stacheln durch ideale Linien, so erhält man einen polyedrischen Körper, der sich auf die Form einer regulären Doppel-Pyramide zurückführen läßt. Auch bei anderen Protisten mit plastischem Skelett läßt sich diese Grundform der Gleichpolig-Kreuzaxigen erkennen, so z. B. bei vielen Diatomeen (Kf. 4, 84) und Desmidiaceen (Kf. 24). Seltener findet sich dieselbe in den Gewebezellen der Histonen verkörpert.

Ungleichpolig Kreuzaxige (Stauraxonia allopola) sind die Pyramiden, eine Grundform, die in der Gestaltung der organischen Körper eine Hauptrolle spielt; gerade sie wurden früher (im engeren Sinne) als reguläre oder radiale Formen bezeichnet; so die regulären Blüthen der Blumenpflanzen, die regulären Sternthiere, Medusen, Korallen u. s. w. Je nach der Zahl und Größe der horizontalen Kreuzaxen, die die verticale Hauptaxe in der Mitte schneiden, können hier mehrere Gruppen unterschieden werden.

Regelmäßige oder reguläre Pyramiden. Zwei wesentlich verschiedene Abtheilungen der pyramidalen Grundformen sind die regulären und die amphithecten Pyramiden. Bei den regulären Pyramiden sind die Kreuzaxen unter sich gleich, und die Grundfläche (Basis) ist ein regelmäßiges Vieleck, so bei den dreistrahligen Blüthen von Iris und Crocus, den vierstrahligen Medusen (Kf. 16, 28, 47, 48 &c.), den fünfstrahligen „regulären Echinodermen", den meisten Seesternen, Seeigeln &c. (Kf. 10, 40, 60), den sechsstrahligen „regulären Korallen" (Kf. 9, 69).

Zweischneidige oder amphithecte Pyramiden. Diese eigenthümliche Gruppe von pyramidalen Grundformen ist dadurch charakterisirt, daß ihre Basis eine Raute (Rhombus) ist, nicht ein regelmäßiges Vieleck. Demnach kann man durch die Grundfläche zwei aufeinander senkrechte ideale Kreuzaxen legen, die beide gleichpolig, aber von ungleicher Länge sind. Eine von beiden kann als Sagittal-Axe (mit Rückenpol und Bauchpol), die andere als Transversal-Axe (mit rechtem und linkem Pol) bezeichnet werden; aber diese Unterscheidung ist willkürlich, weil Beide gleichpolig sind. Darin liegt der wesentliche Unterschied von den centroplanen und dorsiventralen Formen, bei denen nur die Lateral-Axe gleichpolig ist, die Sagittal-Axe hin-

gegen ungleichpolig. In sehr reiner und vollkommener Form ist die zweischneidige Pyramide bei der Klasse der Ktenophoren oder Kammquallen ausgebildet (Kf. 27), und zwar hier ganz allgemein. Die auffallende Grundform dieser pelagischen Nesselthiere ist bald zweistrahlig, bald vierstrahlig-zweiseitig, bald achtstrahlig-symmetrisch genannt worden. Schärfere Untersuchung lehrt, daß sie eine Rhomben-Pyramide ist; die ursprünglich vierstrahlige Grundform, die sie durch Vererbung von kraspedoten Medusen erhalten haben, ist dadurch „zweiseitig" geworden, daß „rechts und links" sich andere Organe entwickelt haben, als „vorn und hinten".

Aehnliche rhombo-pyramidale Grundformen wie bei den Ktenophoren kommen auch bei einzelnen Medusen und Siphonophoren, bei vielen Korallen und anderen Nesselthieren vor, ferner bei vielen Blumen. Während die Ktenophoren constant achtreifig sind (Octophragma), erscheinen dagegen die Personen vieler Korallen sechsreifig (Hexaphragma), so viele Madreporarien (Flabellum Kf. 9, Sphenotrochus). Die Blumen vieler Dicotylen sind vierreifig (Tetraphragma), so Circaea und viele Cruciferen (Draba, Lepidium). Die Bezeichnung „Zweischneidig" für diese besondere Grundform ist dem alten zweischneidigen Schwert entnommen; seine Hauptaxe ist ungleichpolig, am Basalpole der Griff, am Acralpole die Spitze; aber die beiden geschliffenen Schneiden rechts und links sind unter sich gleich (Pole der Lateral-Axe) und ebenso die beiden breiten Flächen (dorsale und ventrale, durch die Sagittal-Axe verbunden).

III. **Centroplane Grundformen.** (Dritte Klasse der idealen Grundformen.) Die natürliche Mitte des Körpers ist eine Ebene, die Hauptebene oder Mittelebene (Planum medianum oder sagittale); sie theilt den „zweiseitigen" Körper in zwei symmetrisch gleiche Hälften, rechte und linke; damit ist zugleich der charakteristische Gegensatz von Rücken (Dorsum) und Bauch (Venter) gegeben; in der Botanik wird daher diese Grundform (die z. B. die meisten grünen Blätter zeigen) als dorsiventrale bezeichnet, in der Zoologie gewöhnlich als bilaterale im engeren Sinne. Charakteristisch für diese wichtige und weitverbreitete Grundform ist das Verhältniß von drei verschiedenen, auf einander senkrechten Axen; von diesen drei Richtaxen (Euthyni) sind zwei ungleichpolig, die dritte gleichpolig. Man kann daher die Centroplanen auch als Dreiaxige bezeichnen (Triaxonia). Bei den meisten höheren Thieren ist (— wie bei unserem

eigenen menschlichen Körper —) die längste von den drei Richtaxen die **Hauptaxe** oder „Längsaxe" (Axon principalis); ihr vorderer Pol ist der orale oder Mundpol, ihr hinterer der aborale, caudale oder Gegenmundpol (Schwanzpol). Die kürzeste von den drei Euthynen ist an unserem Körper die **Pfeilaxe** oder „Dickenaxe" (Axon sagittalis, dorsiventralis); ihr oberer Pol ist der Rückenpol (P. dorsalis), ihr unterer der Bauchpol (P. ventralis). Die dritte Richtaxe ist gleichpolig, die Queraxe oder Transversal-Axe (A. lateralis), der eine Pol wird als linker, der andere als rechter bezeichnet. Die einzelnen Theile, welche beide Körperhälften zusammensetzen, haben in beiden relativ dieselbe Lagerung; aber absolut (nämlich im Verhältniß zur Mittelebene) ist diese entgegengesetzt.

Weiterhin sind die **centroplanen** oder bilateralen Grundformen auch durch drei auf einander senkrechte Ebenen charakterisirt, die man durch je zwei Richtaxen legen kann. Die erste von diesen Richtebenen ist die **Mittelebene** (Planum medianum); sie wird durch die Hauptaxe und Pfeilaxe bestimmt und theilt den Körper in die beiden symmetrisch-gleichen Hälften, rechte und linke. Die zweite Richtebene ist die **Stirnebene** (Planum frontale); sie geht durch die Hauptaxe und die Queraxe (an unserem Körper parallel der Stirnfläche) und scheidet die Rückenhälfte von der Bauchhälfte. Die dritte Richtebene ist die **Gürtelebene** (Planum cingulare); sie wird bestimmt durch die Pfeilaxe und die Queraxe; sie trennt die Kopfhälfte (oder das Scheitelstück) von der Schwanzhälfte (oder dem Basalstück).

Der Begriff der **bilateralen Symmetrie**, der vorzugsweise für die centroplanen oder dorsiventralen Grundformen angewendet wird, ist mehrdeutig, wie ich schon 1866 in der ausführlichen Analyse und Kritik dieser Grundformen, im vierten Buche der Generellen Morphologie, gezeigt habe; er wird in fünffach verschiedenem Sinne gebraucht. Für die allgemeine, hier vorliegende Betrachtung genügt es, zwei Ordnungen von centroplanen Grundformen zu unterscheiden, die bilateral-radiale und die bilateral-symmetrische; bei der ersteren ist die strahlige (pyramidale) Grundform mit der bilateralen vereinigt, bei der letzteren hingegen nicht.

Bilaterial-radiale Grundformen (Amphipleura). Diese Ordnung umfaßt diejenigen Formen, in denen der strahlige Körperbau mit dem zweiseitigen in sehr charakteristischer Weise combinirt ist. Auffällige

Beispiele dafür sind im Pflanzenreiche die dreistrahligen Blüthen der Orchideen (Kf. 74); die fünfstrahligen Blüthen der Lippenblumen, Schmetterlingsblumen u. s. w. — im Thierreiche die fünfstrahligen „irregulären“ Echinodermen, die bilateralen Seeigel (Spatangiden, Clypeastriden, Kf. 30). Hier ist überall auf den ersten Blick die bilaterale Symmetrie erkennbar, und doch zugleich der „strahlige Bau“, die Zusammensetzung aus 3—5 oder mehr Strahltheilen (Parameren), die um eine gemeinsame Mittelebene zweiseitig geordnet sind.

Bilateral-symmetrische Grundformen (Zeugiten, Zygomorphen, **Zygopleura**). Diese Grundform herrscht allgemein in der Person der höheren Thiere, die freie Ortsbewegung besitzen. Der Körper besteht aus ein paar Gegenstücken (Antimeren) und zeigt keine Spur des strahligen Baues. Bei den frei beweglichen, kriechenden oder schwimmenden Thieren (Wirbelthiere, Gliederthiere, Weichthiere, Wurmthiere u. s. w.) ist gewöhnlich die Bauchseite unten der Erde zugewendet, dagegen die Rückenseite nach oben gekehrt. Offenbar ist diese zeugitische Grundform unter allen verschiedenen denkbaren Formen die am meisten nützliche und praktische für die Fortbewegung des Körpers in einer bestimmten Haltung und Richtung; die Last ist auf beide Seiten (rechts und links) gleichmäßig vertheilt; der Kopf (mit den Sinnesorganen, dem Gehirn und Mund) ist nach vorn gerichtet, der Schwanz nach hinten. Daher sind auch seit Jahrtausenden alle künstlichen Bewegungs-Werkzeuge des Menschen (die Wagen auf dem Lande, die Schiffe im Wasser) nach derselben Grundform gebaut. Die Selection hat sie als die zweckmäßigste und beste erkannt und beibehalten, während sie die übrigen verworfen hat. Bei den zeugiten grünen Laubblättern der Pflanzen sind es wieder andere Ursachen, die das Vorherrschen der bilateralen Symmetrie bedingen: das Verhältniß zum Stengel, an dem sie befestigt sind, zum Sonnenlicht, das von oben einfällt u. s. w.

Asymmetrische Grundformen. Eine gesonderte Betrachtung verlangen noch diejenigen bilateralen Formen, die zwar ursprünglich (durch Vererbung) symmetrisch angelegt, aber secundär ungleichseitig geworden sind, durch Anpassung an besondere Lebens-Verhältnisse. Das bekannteste Beispiel unter den Wirbelthieren sind die Plattfische oder Schollen (Pleuronectides): die Seezungen, Flundern, Steinbutten u. s. w. Diese hohen und schmalen, seitlich plattgedrückten Knochenfische sind in der Jugend ganz bilateral-symmetrich gebaut, wie gewöhnliche Fische; später nehmen sie die Gewohnheit an, sich

auf eine Seite (die rechte oder linke) flach auf den Boden des Meeres zu legen; in Folge dessen wird die obere, dem Lichte zugekehrte Seite dunkel gefärbt und oft schön gezeichnet (bisweilen sehr ähnlich dem umgebenden steinigen Meeresboden — Schutzfärbung! —); die untere Seite hingegen, auf der der Plattfisch liegt, bleibt farblos. Aber noch mehr! Das Auge der unteren Seite wandert auf die obere Seite hinüber, so daß beide Augen auf einer Seite (der rechten oder linken) neben einander liegen, und entsprechend wachsen die Schädelknochen und die sie bedeckenden Weichtheile beider Kopfhälften ganz schief aus. Natürlich ist dieser ontogenetische Proceß, bei dem sich auffällige Asymmetrie aus der ursprünglich ganz symmetrischen Bildung in der individuellen Jugendgeschichte jedes einzelnen Pleuronectiden entwickelt, nur durch das Biogenetische Grundgesetz zu erklären; er ist die schnelle und kurze, durch Vererbung bedingte Wiederholung jenes langen und langsamen phyletischen Umbildungs-Vorgangs, der in der Stammesgeschichte der Plattfische viele Jahrtausende zu seiner allmählichen Ausbildung gebraucht hat. Zugleich liefert diese interessante „Metamorphose der Pleuronectiden" ein ausgezeichnetes Beispiel für die „Vererbung erworbener Eigenschaften", in Folge einer ständigen oecologischen Gewohnheit; durch die entgegenstehende Keimplasma-Theorie von Weismann ist sie überhaupt nicht zu erklären.

Ein ähnliches augenfälliges Beispiel liefern dafür unter den wirbellosen Thieren die Schnecken (Gasteropoda). Die große Mehrzahl dieser Weichthiere zeichnet sich bekanntlich durch die Schraubenform ihrer Kalkschale aus. Dieses vielgestaltige, oft schön gefärbte und gezeichnete „Schneckenhaus" ist im Wesentlichen eine spiralig aufgerollte Röhre, die am oberen Ende (Scheitel) geschlossen, am unteren Ende (Mündung) geöffnet ist; das Weichthier kann sich vollständig in diese schützende Röhre zurückziehen. Die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Schnecken lehrt nun, daß dieses Schraubengehäuse ursprünglich aus einer einfachen, schildförmigen oder flach kegelförmigen Rückendecke des ursprünglich bilateral-symmetrischen Weichthiers entstanden ist, und zwar dadurch, daß beide Seitenhälften des Körpers — die Gegenstücke oder Antimeren — ungleiches Wachsthum annahmen. Die Ursache desselben war ein rein mechanisches Moment, das Hinübersinken des wachsenden, von der Schale überdeckten Eingeweidesackes auf die eine Körperseite; ein Teil der darin liegenden Eingeweide (Herz, Niere, Leber u. s. w.) wuchs in Folge dessen auf einer Seite

stärker als auf der anderen; und damit verbanden sich beträchtliche Umlagerungen und Umbildungen der benachbarten Theile, namentlich der Kiemen. Bei den meisten Schnecken ist sogar die eine Kieme und Niere und die dazu gehörige Herzvorkammer ganz verloren gegangen und nur die der anderen Seite erhalten geblieben, und diese ist von der linken Seite auf die rechte herübergewandert, oder umgekehrt. Die beträchtliche Asymmetrie beider Körperhälften, die sich in Folge dessen entwickelte, findet in der Schraubenform des spiralig aufgerollten Kalkgehäuses ihren entsprechenden Ausdruck. Auch diese merkwürdige ontogenetische Metamorphose ist durch einen entsprechenden phylogenetischen Proceß vollkommen zu erklären und liefert die schönsten Beispiele für die „Vererbung erworbener Eigenschaften".

Auch im Pflanzenreiche, ebenso wie im Thierreiche, finden sich zahlreiche Beispiele solcher Asymmetrie von bilateralen Formen, so die grünen Laubblätter des bekannten „Schiefblattes" (Begonia), die Blüthen von Canna.

Anaxonie Grundformen (Centraporia). Völlig irregulär und axenlos sind im Ganzen nur wenige organische Formen, da gewöhnlich schon die Beziehung zum Erdboden (Geotaxis) oder zu der nächsten Umgebung die besondere Richtung des Wachsthums und damit die Ausbildung einer Axe in irgend einer Richtung bedingt. Indessen kann man als ganz unregelmäßig die weichen, ihre Gestalt beständig verändernden Plasmakörper vieler Rhizopoden bezeichnen, der Amoebinen, Mycetozoen u. s. w. Auch die meisten Schwämme (Spongiae) — die wir als Cormen von Gastraeaden auffassen — sind ganz unregelmäßig gebildet; das bekannteste Beispiel ist der gemeine Badeschwamm.

Ursachen der Formbildung. Eine unbefangene und gründliche Erforschung der organischen Formbildungen überzeugt uns, daß ihre realen, unendlich mannigfaltigen Gestalten sämmtlich auf die wenigen, vorstehend aufgeführten idealen Grundformen sich zurückführen lassen. Die vergleichende Anatomie und Ontogenie belehrt uns ferner, daß die unzähligen Umbildungs-Processe, die zur Entstehung der einzelnen Arten geführt haben, durch Anpassung an die verschiedenen Lebensbedingungen, Gewohnheiten und Thätigkeiten bewirkt sind und in Verbindung mit der Vererbung die morphologische Transformation physiologisch erklären.

Nun aber erhebt sich die Frage, wie denn die Entstehung jener wenigen, geometrisch definirbaren Grundformen zu denken ist und welche Ursachen ihre Divergenz bewirkt haben.

Gerade bei dieser wichtigen und schwierigen Frage begegnen wir auch heute noch den verschiedensten Urtheilen und der größten Hinneigung zu dualistischen und mystischen Vorstellungen. Der gebildete Laie, der die biologischen Thatsachen nur theilweise oder unvollkommen kennt, glaubt sich gerade hier berechtigt, auf eine übernatürliche „Schöpfung" der Formen zurückgehen zu müssen; er meint, daß nur ein weiser Schöpfer, der seinen besonderen „Bauplan" mit Bewußtsein und Vernunft entwirft, und ihn zweckmäßig ausführt, solche Bildungen hervorbringen könne. Aber selbst angesehene und kenntnißreiche Naturforscher neigen an diesem Punkte zu mystischen und transscendenten Vorstellungen; sie meinen, daß die „gewöhnlichen" physikalischen Naturkräfte zur Erklärung hier nicht ausreichen und daß man wenigstens für die ursprüngliche Bildung der „Grundformen" einen zweckmäßigen Schöpfungsgedanken, einen Bauplan oder eine ähnliche teleologische Ursache, also bewußt wirkende Zweckursachen (causae finales) zu Hülfe nehmen müsse. So selbst Naegeli und Alexander Braun.

In principiellem Gegensatze hierzu habe ich stets die Ansicht vertreten, daß auch für die Entstehung und Umbildung der „Grundformen", ebenso wie für alle anderen biologischen und anorgischen Processe, die Wirksamkeit der bekannten physikalischen Kräfte, der mechanischen „Werkursachen" (causae efficientes) vollkommen ausreicht. Um zu diesem klaren monistischen Verständniß zu gelangen und jenen dualistischen Irrthümern zu entgehen, muß man nur stets die grundlegenden Vorgänge des Wachsthums im Auge behalten, die für alle organische und anorgische Gestaltung maßgebend sind; zugleich aber die lange Kette von allmählich aufsteigenden Entwickelungsstufen, die uns von den einfachsten Protisten, den Moneren, bis zu den höchst zusammengesetzten Organismen ununterbrochen hinaufführen.

Grundformen der Protisten. Die einzelligen Organismen zeigen die größte Mannigfaltigkeit in promorphologischer Beziehung; allein schon in der einen Classe der Radiolarien sind alle denkbaren geometrischen Grundformen thatsächlich verkörpert; das beweist ein Blick auf die 140 Tafeln, auf welchen ich in meiner Monographie Tausende dieser zierlichsten Protozoen abgebildet habe (Challenger Report Vol. XVIII). Sehr einfach verhalten sich dagegen die Moneren, jene tiefsten Stufen des organischen Lebens, die an der Grenzlinie der anorgischen Welt stehen, die structurlosen „Organismen ohne Organe". Vor Allen ziehen hier die bedeutungsvollen Chromaceen, die bisher so unverdienter und unbegreiflicher Weise vernachlässigt wurden, unser höchstes Interesse auf sich. Unter den bekannten und überall verbreiteten Chroococcaceen sind Chroococcus, Coelosphaerium, Aphanocapsa wohl die primitivsten von allen uns bekannten Organismen der Gegenwart — und zugleich diejenigen, welche uns die „erste Entstehung des organischen Lebens" durch Urzeugung (Archigonie) begreiflich machen. Eine winzig kleine, blaugrün gefärbte Plasmakugel, ohne alle Structur oder nur von einer dünnen Hülle umgeben, ist der ganze „Organismus"; seine Grundform ist die primitivste von Allen, die centraxone Glattkugel. Nächst verwandt sind die Oscillarien und Nostochinen, gesellige Chromaceen, die als blaugrüne dünne Fäden erscheinen. Sie bestehen aus einfachen in einer Reihe an einander gefügten (kernlosen) Urzellen, die in Folge enger Verbindung oft scheibenförmig abgeplattet sind. Viele Protisten treten in zwei verschiedenen Zuständen auf, einem beweglichen Zustande (Kinese) mit sehr mannigfaltiger und oft veränderlicher Form — und einem Ruhezustande (Paulose) mit kugeliger Form. Wenn aber die einzeln lebende Zelle sich ein festes Skelett oder eine Schutzhülle zu bilden beginnt, so kann diese die mannigfaltigsten und oft complicirtesten Formen annehmen. In dieser Beziehung übertrifft die Klasse der Radiolarien unter den Urthieren und die Klasse der Diatomeen unter den Urpflanzen (— beide

kieselschalig! —) alle übrigen Gruppen des vielgestaltigen Protistenreiches. In meinen Kunstformen der Natur habe ich eine Auswahl der zierlichsten Formen zusammengestellt (Diatomeen Kf. 4, 84); Radiolarien (Kf. 1, 11, 21, 22, 31, 41, 51, 61, 71, 95). Die merkwürdigste und principiell wichtigste Thatsache ist dabei, daß die kunstreichen Baumeister dieser wundervollen, oft höchst zweckmäßig und verwickelt gebauten Kieselgebilde allein die Plastidule oder Micellen sind, die molecularen, mikroskopisch nicht sichtbaren Bestandtheile des weichen, festflüssigen Plasma (Sarcode).

Grundformen der Histonen. Die Formbildung der Histonen unterscheidet sich von derjenigen der Protisten sehr wesentlich dadurch, daß bei den letzteren der einfache einzellige Organismus für sich allein die ganze Gestaltung und Lebensthätigkeit des Organismus hervorbringt, bei den Histonen dagegen der Zellenstaat, die sociale Vereinigung der zahlreichen verschiedenen Zellen, die den „Gewebekörper" zusammensetzen. Daher hat auch die ideale Grundform, die wir an der realen Histon-Bildung stets bestimmen können, eine ganz andere Bedeutung als bei den einzelligen Protisten. Während bei diesen letzteren die größte Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der selbständig lebenden Zelle und der von ihr geformten Schutzhülle erscheint, ist hingegen bei den Histonen die Zahl der Grundformen beschränkt. Zwar können die Zellen selbst, die die Gewebe zusammensetzen, die größten Verschiedenheiten in Form und Structur zeigen; allein die Zahl der verschiedenen Gewebe, die sie aufbauen, ist nur gering, und ebenso die Zahl der idealen Grundformen, welche der ganze, aus ihnen zusammengesetzte Organismus zeigt: der Sproß (Culmus) im Reiche der Gewebpflanzen, die Person im Reiche der Gewebthiere. Dasselbe gilt auch vom Stock (Cormus) in beiden Reichen, d. h. von der höheren individuellen Einheit, die sich aus vielen Sprossen oder Personen zusammensetzt. (Vergl. S. 189.)

Grundform und Lebensweise der Histonen. Die zwei Classen von Grundformen, die in den Sprossen der Meta-

phyten und den Personen der Metazoen vorzugsweise vertreten sind, wurden als radiale und bilaterale unterschieden; für die ersteren ist die festsitzende Lebensweise bestimmend, für die letzteren die freie Ortsbewegung in einer bestimmten Haltung und Richtung des Körpers (schwimmend im Wasser oder kriechend auf dem Boden). So finden wir die radiale oder actinomorphe Grundform (als Pyramide) vorherrschend in den Blüthen und Früchten der Metaphyten, in den Personen der Polypen, Korallen und regulären Echinodermen. Dagegen überwiegt die bilaterale oder dorsiventrale Grundform bei den meisten frei beweglichen Thieren; sie findet sich aber auch bei vielen Blumen (Schmetterlingsblüthen, Lippenblüthen, Orchideen und anderen, die durch Insecten befruchtet werden); hier ist die Ursache des Bilaterismus durch andere Lebensverhältnisse gegeben, durch die Wechselbeziehung zu den Insecten, bei den grünen Laubblättern durch die Art ihrer Befestigung und Vertheilung am Stamm u. s. w.

Die zusammengesetzten Individuen höchster Ordnung, die Stöcke (Cormi) sind in ihrem Wachsthum viel mehr von den räumlichen Bedingungen der Umgebung abhängig, als die Sprosse oder Personen; daher ist ihre Grundform meistens mehr oder weniger unregelmäßig, selten bilateral.

Die Schönheit der Naturformen. Das Interesse, das der Mensch den Naturformen ebenso wie den Kunstformen entgegenbringt und das ihn seit Jahrtausenden veranlaßt hat, die ersteren in den letzteren nachzuahmen, beruht zum größten Theile, wenn auch nicht ausschließlich, auf ihrer Schönheit, d. h. auf dem Lustgefühl, das ihre Betrachtung erregt. Die Ursache dieser Lust und Freude am Schönen, die Gesetzmäßigkeit ihrer Entwickelung, hat die Aesthetik zu ergründen. Wenn man dieselbe mit den Ergebnissen der modernen Gehirnphysiologie verknüpft, so kann man zwei Classen von Schönheits-Empfindungen unterscheiden, directe und indirecte. Bei der directen oder sinnlichen Schönheit sind unmittelbar die inneren Sinnesorgane von Lust erregt, die ästhetischen

Neuronen oder sinnlichen Gehirnzellen. Dagegen verknüpfen sich diese Eindrücke bei der indirecten oder associalen Schönheit mit Erregung der phronetischen Neuronen, d. h. der vernünftigen Gehirnzellen, welche die Vorstellung und das Denken bewirken.

I. Directe oder sinnliche Schönheit (Object der sensuellen Aesthetik); die unmittelbare Empfindung angenehmer Reize durch die Sinnesorgane. Wir können etwa folgende Stufen ihrer aufsteigenden Vollkommenheit unterscheiden: 1. Einfache Schönheit (Object der primordialen Aesthetik); die Lust wird hervorgerufen durch den unmittelbaren sinnlichen Eindruck einer einfachen Form oder Farbe; so bewirkt schon einen angenehmen Eindruck eine Holzkugel im Gegensatz zu einem formlosen Holzstück, ein Krystall gegenüber einem Stein, ein himmelblauer oder goldgelber Fleck im Gegensatz zu einem graublauen oder schmutziggelben (— in der Musik ein einfacher reiner Glockenton im Gegensatz zu einem schrillen Pfeifen —). 2. Rhythmische Schönheit (Object der linearen Aesthetik); die ästhetische Empfindung wird bewirkt durch die Wiederholung irgend einer einfachen Form in einer Reihe, z. B. eine Perlenkette, ein katenales Coenobium von Moneren (Nostoc), oder von Zellen (Diatomeen, Kf. 84, Fig. 7, 9), (— in der Musik eine taktmäßige Reihenfolge einfacher gleicher Töne —). 3. Actinale Schönheit (Object der radialen Aesthetik); die Lust wird erregt durch die regelmäßige Anordnung von drei oder mehr gleichartigen einfachen Formen um einen gemeinsamen Mittelpunkt, von dem sie ausstrahlen: z. B. ein regelmäßiges Kreuz, ein strahlender Stern; drei Gegenstücke in der Irisblume, vier Parameren in der Person der Medusen, fünf Gegenstücke im Seestern; das bekannte Spiel mit dem Kaleidoskop lehrt, wie ergiebig die bloße radiale Constellation von drei oder mehreren einfachen Figuren unseren ästhetischen Sinn ergötzt (— in der Musik die einfache Harmonie von mehreren zusammenklingenden Tönen, der Akkord —). 4. Symmetrische Schönheit (Object der bilateralen Aesthetik); die Lust wird bewirkt durch das Verhältniß eines einfachen Objectes zu seinem

Spiegelbild, die Ergänzung von zwei spiegelgleichen Hälften (rechtem und linkem Antimer). Wenn man ein Stück Papier über einem beliebigen unregelmäßigen Tintenfleck so faltet, daß er sich auf beiden Hälften der Falte gleichmäßig abdrückt, so entsteht eine symmetrische Figur, die unseren natürlichen Raumsinn oder Gleichgewichtssinn befriedigt.

II. Indirecte oder associale Schönheit (Object der associativen oder symbolischen Aesthetik). Die ästhetischen Eindrücke dieser zweiten Classe sind nicht allein viel mannigfaltiger und zusammengesetzter als die der ersten, sondern sie spielen auch noch eine weit wichtigere Rolle im Leben des Menschen und der höheren Thiere. Die anatomische Vorbedingung für diese höhere physiologische Leistung ist der zusammengesetzte Bau des Gehirns der höheren Thiere und des Menschen, und namentlich die Entwickelung der besonderen Associons-Gebiete (der Denkherde, Vernunftsphäre), ihre Sonderung von den inneren Sinnesherden (Gefühlsphäre). Indem hier Millionen von verschiedenen Neuronen oder Seelenzellen zusammenarbeiten, die sensuellen Aestheten in Verbindung mit den rationellen Phroneten, entstehen durch verwickelte Associon der Ideen (oder „Association von Vorstellungen") viel höhere und werthvollere ästhetische Functionen. Als vier Hauptgruppen solcher indirecten oder associalen Schönheit können angeführt werden: 5. Biologische Schönheit (Object der botanischen und zoologischen Aesthetik); die einzelnen Formen der Organismen oder ihrer Organe (z. B. eine Blume, ein Schmetterling) erregen unser ästhetisches Interesse durch Verknüpfung mit ihrer physiologischen Bedeutung, ihren Bewegungen, ihren bionomischen Beziehungen, ihrem praktischen Nutzen u. s. w. 6. Anthropistische Schönheit (Object der anthropomorphen Aesthetik); der Mensch, als „Maß aller Dinge", betrachtet seinen eigenen Organismus als ästhetisches Hauptobject, ebensowohl morphologisch (Schönheit des ganzen Körpers und seiner einzelnen Organe: Augen, Mund, Haare, Hautfarbe u. s. w.) — als physiologisch (Schönheit der Be-

wegungen, Stellungen) und psychologisch (Ausdruck der Gemüthsbewegungen in der Physiognomie). Dadurch, daß der Mensch diese persönlichen, aus subjectiver Selbstbetrachtung gewonnenen Genüsse auf die objective Welt überträgt und die anderen Wesen anthropomorphisch deutet, gewinnt diese anthrophistische Aesthetik eine weitreichende universelle Bedeutung. 7. Sexuelle Schönheit (Object der erotischen Aesthetik); die Lust ist bedingt durch die wechselseitige Anziehung der beiden Geschlechter; die außerordentlich wichtige Rolle der Liebe im Leben des Menschen wie der meisten anderen Organismen, der mächtige Einfluß der erotischen Gefühle und Leidenschaften, ferner die mit der Fortpflanzung verknüpfte sexuelle Selection hat in der gegensätzlichen Gestaltung des Mannes und des Weibes eine unendliche Fülle von ästhetischen Producten auf allen Gebieten der Kunst hervorgerufen; die besondere Lustempfindung, die durch die körperliche und geistige Wahlverwandtschaft der beiden Geschlechter hervorgerufen wird, ist phylogenetisch auf die Zellenliebe der beiderlei Sexualzellen, die Anziehungskraft von Spermazelle und Eizelle zurückzuführen. 8. Landschaftliche Schönheit (Object der regionalen Aesthetik). Das Lustgefühl, das der Genuß der Landschaft erregt, und das in der modernen Cultur der Landschaftsmalerei seine Befriedigung findet, ist umfassender als dasjenige aller anderen ästhetischen Empfindungen. Räumlich ist das Object größer und reicher, als alle einzelnen Naturobjecte, die für sich betrachtet schön und interessant sein können. Die wechselnden Formen der Wolken und des Wassers, die Umrisse der blauen Berge im Hintergrund, die Wälder und Wiesen im Mittelgrund, die belebende Staffage im Vordergrund der Landschaft erwecken in der Seele des Beschauers eine Fülle der verschiedensten Eindrücke, die durch höchst verwickelte Associon der Ideen zu einem großen harmonischen Ganzen verwebt wird. Die physiologischen Functionen der Nervenzellen unserer Großhirnrinde, die diese ästhetischen Genüsse bewirken, die Wechselwirkung der sensuellen Aestheten und der rationellen Phroneten, gehören

zu den vollkommensten Leistungen des organischen Lebens. Diese „Regionale Aesthetik“, die die Gesetze der landschaftlichen Schönheit wissenschaftlich zu ergründen hat, ist viel jünger als die übrigen vorher genannten Theile der „Wissenschaft vom Schönen“. Sehr merkwürdig ist, daß für die Schönheit der Landschaft (im Gegensatze zur Architektur und zu der Schönheit der einzelnen Naturobjecte) die absolute Unregelmäßigkeit, der Mangel von Symmetrie und von mathematisch bestimmten Grundformen, die erste Vorbedingung ist. Symmetrische Ordnung der Objecte (z. B. eine doppelte Pappel-Allee oder Häuserreihe) oder radiale Figuren (z. B. ein Teppichbeet oder ein Waldstern) werden vom feineren Landschaftsgeschmack verworfen; sie erscheinen „langweilig und ermüdend“.

Eine vergleichende Uebersicht über die angeführten acht Hauptarten der Schönheit der Naturformen zeigt uns eine zusammenhängende Entwickelungsreihe, aufsteigend vom Einfachen zum Zusammengesetzten, vom Niederen zum Höheren. Dieser Stufenleiter entspricht auch die Entwickelung des Schönheitsgefühles beim Menschen, ontogenetisch vom Kinde zum Erwachsenen, phylogenetisch vom Wilden und Barbaren zum Culturmenschen und Kunstkritiker. Die Stammesgeschichte des Menschen und seiner Organe, die uns in der Anthropogenie die stufenweise Ausbildung von niederen zu höheren Formen durch die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung erklärt, findet ihre Anwendung auch auf die Geschichte der Aesthetik und Ornamentik; sie lehrt uns, wie auch Gefühl, Geschmack, Gemüth und Kunst sich allmählich entwickelt haben. Anderseits entspricht dieser Entwickelungsreihe auch theilweise die Stufenleiter der Grundformen, die den realen Körperformen ebenso in der Natur wie in der nachbildenden Kunst zu Grunde liegen.

Sechste Tabelle.
Uebersicht der geometrischen Grundformen.

Vier Classen der Grundformen nach den Verhältnissen der Körpermitte.	Sechs Classen der Grundformen nach den Verhältnissen der Körperaxen.	Neun Ordnungen der Grundformen nach den Verhältnissen der Axen-Pole	Charakter der wichtigsten Grundformen
A. Erste Classe. **Centrostigma.** Die geometrische Mitte ist ein Punkt (Stigma centrale). Keine Hauptaxe.	**I. Homaxonia.** Gleichaxige Grundform.	**1. Glattkugel** (Holosphaera).	1. Geometrisch reine Kugeln; alle möglichen Axen gleich.
	II. Polyaxonia. Vielaxige Grundform.	**2. Tafelkugel** (Phatnosphaera).	2. Polyedrische Formen, deren Ecken sämmtlich in eine Kugelfläche fallen.
B. Zweite Classe. **Centraxonia.** Die geometrische Mitte ist eine gerade Linie (die verticale Hauptaxe, Axon centralis).	**III. Monaxonia.** Einaxige Grundform. Keine bestimmten Kreuzaxen (Querschnitt kreisrund).	**3. Sphäroidale Grundform** (Monaxonia isopola).	3. Spindel, Ellipsoide, Sphäroide, Linsen, Cylinder.
		4. Konoidale Grundform (Monaxonia allopola).	4. Kegel, Oviform, Halbkugel, Halblinse.
	IV. Stauraxonia. Kreuzaxige Grundform. Bestimmte Kreuzaxen ausgeprägt (Querschnitt polygonal).	**5. Dipyramide Grundform** (Stauraxonia isopola).	5a. Reguläre Doppel-Pyramiden. 5b. Zweischneidige Doppel-Pyramiden.
		6. Pyramidale Grundform (Stauraxonia allopola).	6a. Reguläre Pyramiden. 6b. Zweischneidige Pyramiden.
C. Dritte Classe. **Centroplana.** Die geometrische Mitte ist eine Ebene (die sagittale Medianebene Planum centrale)	**V. Triaxonia.** Dreiaxige Grundform. Drei auf einander senkrechte Richtaxen (Euthyni) bestimmen den Unterschied von rechts und links, von Rücken und Bauch.	**7. Amphipleura.** Bilateral-radiale Grundform (schienige Grundform). Vier oder mehr Gegenstücke (Antimeren).	7a. Paarig-Schienige (Paramphipleura). 7b. Unpaar-Schienige (Dysamphipleura).
		8. Zygopleura. Bilateral-symmetrische Grundform (jochpaarige Grundform). Nur zwei Gegenstücke (Antimeren).	8a Persymmetrische (rechts und links gleich). 8b. Asymmetrische (rechts und links ungleich).
D. Vierte Classe. **Centraporia.** Die geomtr. Mitte fehlt gänzlich.	**VI. Anaxonia.** Fehlaxige Grundform. Keine Axen.	**9. Irreguläre Grundform.** Ganz unregelmäßig.	9. Bestimmte Axen und Pole sind nicht unterscheidbar.

Siebente Tabelle.

Morphologisches System der Organismen.

Eintheilung der Lebewesen (Pflanzen und Thiere) in zwei Reiche (Protisten und Histonen), auf Grund ihrer Zellbildung und ihres Körperbaues.

Erstes organisches Reich: **Einzellige, Protista.**

Organismen, welche meistens zeitlebens einzellig bleiben (Monobia), seltener durch wiederholte Theilung lockere Zellvereine bilden (Coenobia), aber niemals echte Gewebe.

Unterreiche der Protisten.

A. Urpflanzen (Protophyta).

A. Charakter. **Plasmodomen.** Einzellige mit vegetalem Stoffwechsel; Carbon-Assimilation.

Hauptgruppen:

I. Phytomonera. Protophyten ohne Zellkern (Monera). Chromaceen.

II. Algariae. Einzellige Algen mit Zellkern, ohne Geißelbewegung (Paulotomeen, Dialomeen).

III. Algettae. Einzellige Algen mit Zellkern, mit Geißelbewegung. Mastigoten, Melethallien, Siphoneen.

B. Urthiere. (Protozoa).

B. Charakter. **Plasmophagen.** Einzellige mit animalem Stoffwechsel: Albumin-Assimilation.

Hauptgruppen:

I. Zoomonera. Protozoen ohne Zellkern (Monera). Bakterien.

II. Sporozoa. Kernhaltige Protozoen ohne bewegliche Fortsätze. Gregarinen, Chytridinen.

III. Rhizopoda. Kernhaltige Protozoen mit Pseudopodien. Lobosen, Radiolarien.

IV. Infusoria. Kernhaltige Protozoen mit Geißeln oder Wimpern. Flagellat., Ciliat.

Zweites organisches Reich: **Vielzellige, Histones.**

Organismen, welche nur im Beginne der Existenz einzellig, später vielzellig sind, und stets durch feste Verbindung der socialen Zellen echte Gewebe bilden (Histobia).

Unterreiche der Histonen.

C. Gewebpflanzen. (Metaphyta).

C. Charakter. **Plasmodomen.** Vielzellige mit vegetalem Stoffwechsel: Carbon-Assimilation.

Hauptgruppen:

I. Thallophyta. Thalluspflanzen. Metaphyten mit Thallus: Algen, Myceten (Pilze).

II. Mesophyta. Mittelpflanzen, mit Prothallium: Moose, Farne (Muscinae, Filicinae).

III. Anthophyta. (Phanerogamae). Blumenpflanzen: mit Blumen und mit Samen (Spermophyta). Gymnospermen, Angiospermen.

D. Gewebthiere. (Metazoa).

D. Charakter. **Plasmophagen.** Vielzellige mit animalem Stoffwechsel: Albumin-Assimilation.

Hauptgruppen:

I. Coelenteria. (Coelenterata.) Niederthiere. Metazoen ohne Leibeshöhle und ohne After: Gastraeaden, Spongien, Cnidarien, Platoden.

II. Coelomaria. (Bilaterata.) Oberthiere. Metazoen mit Leibeshöhle und mit After (meistens auch mit Blutgefäßen). Vermalien, Mollusken, Echinodermen, Artikulaten, Tunicaten, Vertebraten.

Neuntes Kapitel.

Moneren.

Präcellare Organismen. Kernlose Zellen. Chromaceen und Bakterien.

„Um die einfachsten und unvollkommensten aller Organismen, bei denen wir weder mit dem Mikroskop, noch mit den chemischen Reagentien irgend eine Differenzirung des homogenen Plasmakörpers nachzuweisen vermögen, von allen übrigen, aus ungleichartigen Theilen zusammengesetzten Organismen bestimmt zu unterscheiden, wollen wir sie mit dem Namen der Einfachen oder Moneren belegen. Gewiß dürfen wir auf diese höchst interessanten, bisher aber fast ganz vernachlässigten Organismen besonders die Aufmerksamkeit hinzulenken, und auf ihre äußerst einfache Formbeschaffenheit bei völliger Ausübung aller wesentlichen Lebensfunctionen das größte Gewicht legen, wenn es gilt, das Leben zu erklären, es aus der fälschlich sogenannten „todten Materie“ abzuleiten, und die übertriebene Kluft zwischen Organismen und Anorganen auszugleichen. Denn sie liefern klar den Beweis, daß der Begriff des Organismus nur physiologisch aus den Lebensbewegungen, nicht aber morphologisch aus der Zusammensetzung des Körpers aus „Organen“ abgeleitet werden kann.“

Generelle Morphologie, 1866, Bd. I, S. 135.

Inhalt des neunten Kapitels.

Die einfachsten Lebensformen. Zellentheorie und Zellendogma. Präcellare Organismen: Moneren, Cytoden und Zellen. Moneren der Gegenwart. Chromaceen (Cyanophyceen). Chromatophoren. Coenobien von Chromaceen; Lebenserscheinungen. Bakterien. Beziehungen der Bakterien zu den Chromaceen, zu den Pilzen und zu den Protozoen. Rhizomoneren (Protamoeba, Protogenes, Protomyxa, Bathybius). Problematische Moneren. Phytomoneren (Plasmodomen) und Zoomoneren (Plasmophagen). Uebergänge zwischen beiden Classen.

Literatur.

Ernst Haeckel, 1866. Die Moneren: Organismen ohne Organe. II. Buch der Generellen Morphologie (Bd. I S. 135; Bd. II S. XXII). Berlin.

Derselbe, 1870. Monographie der Moneren. (Biolog. Studien.) Jena.

Derselbe, 1894. Systematische Phylogenie der Protisten. Berlin.

Kirchner und **Blochmann**, 1886. Die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt des Süßwassers. 2. Aufl., 1895. Hamburg.

W. Zopf, 1882. Zur Morphologie der Spaltpflanzen (Schizophyten).

August Gruber, 1889—1904. Biologische Studien an Protozoen. Freiburg i. B.

Robert Koch, 1878. Untersuchungen über die Aetiologie der Infections-Krankheiten. Berlin.

Otto Bütschli, 1890. Ueber den Bau der Bakterien und verwandten Organismen. Leipzig.

Wilhelm Engelmann, 1888. Die Purpurbakterien. Zur Biologie der Schizomyceten. Pflügers Archiv Bd. 26, 30.

Carl Fränkel, 1887. Grundriß der Bakterienkunde. Berlin.

Fränkel und **Pfeiffer**, 1893. Mikrophotographischer Atlas der Bakterienkunde. Berlin.

Migula, 1890. Bakterienkunde für Landwirthe.

Alfred Fischer, 1903. Vorlesungen über Bakterien. 2. Aufl. Jena.

Uhlworm, 1878—1904. Centralblatt für Bakteriologie. Jena.

Fritz Schaudinn, 1901—1904. Archiv für Protistenkunde. 3 Bde. (Mehrere wichtige Beiträge zur Kenntniß der Bakterien.) Jena.

Richard Hertwig, 1902. Die Protozoen und die Zelltheorie. 1. Band des Archiv für Protistenkunde. Jena.

Die einfachsten Lebensformen. Bei Untersuchung und Erklärung aller zusammengesetzten Erscheinungen muß naturgemäß das Streben zunächst auf die Kenntniß der einfachen Bestandtheile, auf die Art ihrer Zusammensetzung und auf die Entwickelung des Zusammengesetzten aus dem Einfachen gerichtet sein. Dieser Grundsatz gilt schon allgemein für die anorgischen Objecte, die Mineralien, die künstlich gebauten Maschinen u. s. w. Auch für die biologischen Aufgaben hat er sich im Allgemeinen Anerkennung erworben. Das Streben der vergleichenden Anatomie geht dahin, den höchst verwickelten Körperbau der höheren Organismen aus der aufsteigenden Stufenleiter der einfacheren Lebewesen zu verstehen, die Entstehung der ersteren durch historische Entwickelung aus den letzteren zu begreifen. In Widerspruch zu diesem wichtigen Grundsatze zeigt uns die moderne Zellenlehre, die sich in kurzer Zeit zu hoher Vollendung ausgebildet hat, ein entgegengesetztes Verhalten. Die verwickelte Zusammensetzung des einzelligen Organismus, sowohl in vielen höheren Protisten (z. B. Ciliaten, Infusorien) als manchen höheren Gewebezellen (z. B. Neuronen) hat dazu verführt, der Zelle allgemein eine höchst zusammengesetzte Organisation zuzuschreiben; ja man kann sogar sagen, daß sich in neuester Zeit die grundlegende „Zellentheorie“ zu einem gefährlichen und geradezu irreführenden „Zellen-Dogma“ entwickelt hat.

Das Zellen-Dogma. Die moderne Darstellung der Zellenlehre, wie sie sich in vielen Abhandlungen der Gegenwart, ja sogar in manchen der angesehensten Lehrbücher findet, und die wir

als dogmatisch bekämpfen müssen, gipfelt etwa in folgenden Lehrsätzen: 1. Die kernhaltige Zelle ist der allgemeine Elementar-Organismus; alle Lebewesen sind entweder einzellig oder aus vielen Zellen und Geweben zusammengesetzt. 2. Dieser Elementar-Organismus besteht mindestens aus zwei verschiedenen Organen (— richtiger „Organellen“ —), aus dem inneren Zellkern (Nucleus) und dem äußeren Zellenleibe (Cytoplasma). 3. Die Substanzen dieser beiden Zellorgane, das Karyoplasma des Zellkerns und das Cytoplasma des Zelleuleibes, sind niemals homogene Körper (— aus einem chemischen Substrate bestehend —), sondern stets „organisirt“, aus mehreren, chemisch und anatomisch verschiedenen „Elementar-Bestandtheilen“ zusammengesetzt. 4. Das Plasma (oder Protoplasma) ist daher ein morphologischer, kein chemischer Begriff. 5. Jede Zelle entsteht nur (und ist nur entstanden) aus einer Mutterzelle, ebenso wie jeder Zellkern aus einem Mutterkern („Omnis cellula e cellula — Omnis nucleus e nucleo“).

Diese fünf Grundsätze des modernen Zellen-Dogma haben keine allgemeine Geltung; sie sind unvereinbar mit der Entwickelungs-Theorie. Ich habe sie daher seit 38 Jahren consequent bekämpft und halte sie für so gefährlich, daß ich hier kurz die Gegengründe zusammenfassen will. Zunächst ist dabei der moderne Begriff der Zelle klar zu stellen; er wird allgemein jetzt dahin definirt, daß (entsprechend dem zweiten Satze) die Zusammensetzung des Elementar-Organismus aus zwei wesentlich verschiedenen Bestandtheilen, aus Zellkern und Zellenleib maßgebend ist, und daß diese beiden Organelle sowohl in chemischer als morphologischer und physiologischer Beziehung beständige Differenzen zeigen. Wenn das wirklich der Fall ist, so kann die Zelle unmöglich der wahre „Primitiv-Organismus“ sein; sie könnte dann im Beginne des organischen Lebens auf unserer Erde nur durch ein Wunder entstanden sein. Vielmehr fordert unsere natürliche Entwickelungs-Theorie mit voller Klarheit und Bestimmtheit, daß die Zelle (— in diesem Sinne! —) das secundär entstandene Product eines ein-

facheren primären „Elementar-Organismus“, einer homogenen Cytode ist. Es giebt noch heute einfachste Protisten, die jener Definition nicht genügen, und die ich 1866 als Moneren charakterisirt habe. Da sie nothwendig den echten Zellen historisch vorausgegangen sein müssen, kann man sie auch als „präcellare Organismen“ bezeichnen.

Präcellare Organismen. Die ältesten Organismen, die unseren Erdball bewohnten, und mit denen das wunderbare Spiel des organischen Lebens begann, können nach dem heutigen Zustande unserer biologischen Kenntnisse nur als homogene Plasmakörper gedacht werden, als Biogene oder Biogen-Aggregate, in denen die bedeutungsvolle, für die echte Zelle charakteristische Sonderung von Zellkern und Zellenleib noch nicht existirte. Ich hatte solche „kernlose Zellen“ 1866 als Cytoden bezeichnet und sie mit den echten, kernhaltigen Zellen unter dem Begriffe der Plastiden vereinigt (Gen. Morph. I, S. 269). Zugleich hatte ich schon damals zu zeigen versucht, daß solche Cytoden noch heute in der Form selbständiger Moneren existiren, und darauf 1870 in meiner „Monographie der Moneren“ eine Anzahl Protisten beschrieben, die mir jener Definition zu entsprechen schienen.

Moneren der Gegenwart. Die ersten genaueren Beobachtungen über lebende Moneren (Protamoeba und Protogenes) hatte ich schon vor vierzig Jahren angestellt und sie daraufhin in der „Generellen Morphologie“ als structurlose „Organismen ohne Organe“ und als die wahren Anfänge des organischen Lebens bezeichnet (Bd. I, S. 133—135; Bd. II, S. XXII). Bald darauf gelang es mir während meines Aufenthalts auf der Canarischen Insel Lanzerote die zusammenhängende Lebensgeschichte eines verwandten rhizopodenartigen Organismus zu beobachten, der sich ähnlich einem einfachsten Mycetozoon verhielt, aber durch Mangel des Zellkernes wesentlich unterschied; die Abbildung desselben ist auf Tafel I der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ wiederholt. Die

Beschreibung dieser orangerothen Plasmakugel (Protomyxa aurantiaca) erschien zuerst in meiner „Monographie der Moneren"*). Die meisten Organismen, die ich dort unter diesem Namen beschrieb, zeigten ähnliche Bewegungen wie die echten Rhizopoden (oder Sarkodinen). Von einigen derselben wurde später gezeigt, daß ein Zellkern im Innern des homogenen Plasmaklümpchens verborgen sei und daß sie demnach als echte Zellen aufzufassen seien. Diese Berichtigung wurde aber bald in unzulässiger Weise auf alle Moneren ausgedehnt und die Existenz solcher kernlosen Lebensformen überhaupt geleugnet. Trotzdem existiren noch heute derartige „Organismen ohne Organe" in mehreren Formen; einige davon sind sogar sehr verbreitet. Dahin gehören vor Allen die Chromaceen und die Bakterien; erstere mit vegetalem Stoffwechsel (Plasmodomen), letztere mit animalem (Plasmophagen). Auf Grund dieses wichtigen chemischen Unterschiedes trennte ich vor zehn Jahren in meiner „Systematischen Phylogenie" (Bd. I, S. 48, 99, 144) zwei Hauptgruppen von Moneren: Phytomoneren und Zoomoneren — erstere als kernlose Protophyten, letztere als kernlose Protozoen.

Chromaceen (Phycochromaceen, Schizophyceen oder Cyanophyceen). Unter allen Organismen, die gegenwärtig unseren Erdball beleben, sind wohl die Chromaceen als die primitivsten und als diejenigen zu betrachten, die den ältesten lebendigen Bewohnern desselben am nächsten stehen. Ihre einfachsten Formen, die Chroococcaceen, sind nichts weiter als kleine structurlose Plasmakugeln, die durch Plasmodomie wachsen und sich durch einfache Zweitheilung vermehren, sobald dieses Wachsthum eine gewisse Schwelle der individuellen Größe überschreitet. Viele von ihnen sind von einer dünnen Membran oder einer dickeren Gallerthülle schützend umgeben, und dieser Umstand hatte mich früher davon abgehalten, die Chromaceen geradezu als Moneren aufzufassen. Jedoch habe ich mich später überzeugt, daß die Bildung

*) Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1868. Bd IV.

einer solchen Schutzhülle um die homogene Plasmakugel allerdings vom physiologischen Standpunkt aus als eine „zweckmäßige“ Schutzeinrichtung, aber zugleich von rein physikalischem Standpunkte als eine „mechanische“ Folge der Oberflächenspannung angesehen werden kann. Anderseits ist gerade der physiologische Charakter dieser plasmodomen Moneren von besonderer Wichtigkeit, da er uns den einfachen Schlüssel zur Lösung der wichtigen Frage der Urzeugung (Archigonie) liefert (vergl. Kap. 15).

Die Chromaceen leben noch heute über die ganze Erde verbreitet, theils im Süßwasser, theils im Meere. Viele Arten bilden blaugrüne, violette oder röthliche Ueberzüge von Felsen und Steinen, Holz und anderen Gegenständen. In diesen dünnen gallertartigen Platten liegen Millionen von kleinen gleichartigen Cytoden dicht neben einander. Die Farbe derselben wird durch einen eigenthümlichen Farbstoff (Phycocyan) hervorgebracht, der an die Substanz des homogenen Plasmakorns chemisch gebunden ist. Der Ton dieser Farbe ist bei den zahlreichen Arten der Chromaceen (deren schon über 800 unterschieden sind) sehr verschieden; bei den einheimischen Arten meistens blaugrün oder spangrün, bisweilen selbst blau, cyanblau oder violett. Daher rührt der gebräuchliche Name Cyanophyceen (d. h. Blau-Algen); er ist aus einem doppelten Grunde unzweckmäßig: erstens, weil nur ein Theil dieser Protophyten blau gefärbt ist, und zweitens, weil dieselben (als einfachste, nicht gewebebildende Urpflanzen!) von den echten Algen (Phyceae), als vielzelligen gewebebildenden Metaphyten, ganz zu trennen sind. Andere Chromaceen sind roth, orange oder gelb gefärbt, so z. B. das interessante Trichodesmium erythraeum, dessen flockige Massen, in ungeheuren Mengen angehäuft, zu gewissen Zeiten die gelbe oder rothe Färbung des Meerwassers in den Tropen bedingen; sie haben die Bezeichnung des „rothen Meeres“ an der arabischen und des „gelben Meeres“ an der chinesischen Küste veranlaßt. Als ich am 10. März 1901 den Aequator in der Sunda-Straße passirte, fuhr das Schiff meilenweit durch colossale Anhäufungen solcher Trichodes-

mium-Massen; die gelbliche oder röthliche Oberfläche des Meeres sah aus, als ob sie mit Sägespänen bestreut wäre. (Aus Insulinde, 1901, S. 246.) In ähnlicher Weise wird die Oberfläche des arktischen Meeres bisweilen braun oder rothbraun gefärbt durch das monotone Plankton der braunen Procytella primordialis (früher als Protococcus marinus beschrieben)*).

Chromaceen und Chromatophoren. Offenbar ist es völlig unlogisch, wenn die Chromaceen als eine Classe oder Familie der Algen betrachtet werden, wie noch jetzt in den meisten botanischen Lehrbüchern geschieht. Die echten Algen (Phyceae) — nach Ausschluß der einzelligen Diatomeen und Paulotomeen, die zu den Protophyten gehören — sind vielzellige Pflanzen, die einen Thallus oder Lagerbau von bestimmter Form und von charakteristischem Gewebe bilden. Die Chromaceen, die noch nicht einmal den Werth einer echten, kernhaltigen Zelle besitzen, gehören als kernlose Cytoden einer viel tieferen und älteren Stufe des Pflanzenlebens an. Wenn man die Chromaceen überhaupt mit Algen oder anderen Pflanzen vergleichen will, so kann man sie nicht mit deren einzelnen Zellen in Vergleich stellen, sondern nur mit den bekannten Chromatophoren oder Chromatellen, die sich in allen grünen Pflanzenzellen finden und Theile ihres Inhalts bilden. Schärfer ausgedrückt sind diese grünen „Chlorophyllkörperchen" als Organelle der Pflanzenzelle anzusehen, als gesonderte „Plasma-Diffacte", die neben dem Kern im Cytoplasma entstehen. In den embryonalen Zellen der Keimanlagen von Pflanzen und in deren Vegetationspunkten sind die Chromatophoren noch farblos und sondern sich als festere, stark lichtbrechende, kugelige oder rundliche Körner aus der festeren Plasmaschicht, die unmittelbar den Kern umgiebt. Erst später verwandeln sie sich durch einen chemischen Proceß in die grünen Chlorophyllkörner oder Chloroplasten, denen die wichtigste Aufgabe bei der Plasmodomie oder der „Kohlenstoff-Assimilation" der Pflanze zufällt.

*) Vergl. meine Plankton-Studien, 1890, S. 27.

Sehr interessant und wichtig ist die Thatsache, daß die grünen Chlorophyllkörner innerhalb der lebendigen Pflanzenzelle selbstthätig wachsen und sich durch Theilung vermehren; die kugeligen Chloroplasten schnüren sich in der Mitte ein und zerfallen in zwei gleich große Tochter-Kugeln; diese „Tochter-Plastiden“ wachsen und vermehren sich weiter in derselben Weise. Sie verhalten sich also innerhalb der Pflanzenzelle genau so wie die frei lebenden Chromaceen im Wasser. Gestützt auf diesen bedeutungsvollen Vergleich wies einer unserer scharfsinnigsten und unbefangensten Naturforscher, Fritz Müller-Desterro in Brasilien, schon 1893 darauf hin, daß man in jeder grünen Pflanzenzelle eine Symbiose sehen könne zwischen plasmodomen grünen und plasmophagen nicht grünen Genossen. (Vergl. meine „Anthropogenie“, 5. Aufl., 1903, S. 534, Fig. 277, 278, und S. 962, Anm. 87.)

Coenobien von Chromaceen. Viele Arten der einfachsten Chromaceen leben als Monobien; nachdem die kleinen Plasmakugeln durch einfache Theilung in zwei gleiche Hälften zerfallen sind, trennen sich diese und leben isolirt weiter; so der gemeine, überall verbreitete Chroococcus. Die meisten Arten jedoch leben gesellig, indem die Plasmakörner lockere oder dichtere Coenobien bilden, sogenannte „Zellvereine oder Zellcolonien“. Im einfachsten Falle (Aphanocapsa) scheiden die socialen Cytoden eine structurlose Gallertmasse aus, in der zahlreiche blaugrüne Plasmakügelchen regellos zerstreut sind. Bei Gloeocapsa, die einen dünnen blaugrünen Gallertüberzug über feuchten Mauern und Felsen bildet, umgeben sich die einzelnen Cytoden sofort nach der erfolgten Theilung mit neuen geschichteten Gallerthüllen, und diese fließen zu größeren Massen zusammen. Die Mehrzahl der Chromaceen jedoch bildet festere, fadenförmige Zellvereine oder Plastiden-Ketten (Catenal-Coenobien). Indem die Quertheilung der lebhaft sich vermehrenden Cytoden immer in derselben Richtung erfolgt und die neu entstehenden Tochter-Individuen an den Theilungsflächen vereinigt bleiben, dabei sich scheibenförmig abplatten, entstehen perlschnur-

ähnliche Bildungen oder gegliederte Fäden von beträchtlicher Länge, so bei den Oscillarien und Nostochinen. Wenn viele solcher Fäden in gemeinsamen Gallertmassen vereinigt bleiben, entstehen oft ansehnliche, unregelmäßig gestaltete Gallertkörper, so bei unserer gemeinen „Sternschnuppen-Gallerte" (Nostoc commune); sie erreichen die Größe einer Pflaume.

Lebens-Erscheinungen der Chromaceen. Bei der außerordentlichen Bedeutung, die ich den Chromaceen als ältesten und einfachsten von allen Organismen zuschreibe, ist es von Wichtigkeit, folgende allgemeine Thatsachen bezüglich ihrer anatomischen Structur und ihrer physiologischen Arbeit hervorzuheben: 1. Der Organismus der einfachsten Chromaceen ist nicht aus verschiedenen Organellen oder Organen zusammengesetzt und zeigt weder eine Spur von zweckmäßiger Zusammenfügung noch von „Maschinen-Structur". 2. Das homogene gefärbte Plasmakorn, das im einfachsten Falle (Chroococcus) den ganzen Organismus bildet, zeigt keinerlei „Plasma-Structur" (Waben, Fäden u. s. w.). 3. Die ursprüngliche Kugelform des Plasmakorns ist die einfachste von allen Grundformen, die auch der anorganische Körper (z. B. Regentropfen) im Zustande stabilen Gleichgewichts annimmt. 4. Die Bildung einer dünnen Membran an der Oberfläche des structurlosen Plasma-Korns läßt sich als ein rein physikalischer Proceß auffassen, durch Oberflächenspannung bedingt. 5. Die Gallerthülle, die viele Chromaceen abscheiden, entsteht ebenfalls durch einen einfachen physikalischen (bezüglich chemischen) Vorgang. 6. Die einzige wesentliche Lebensthätigkeit, die allen Chromaceen gemeinsam zukommt, ist ihre Selbsterhaltung und ihr Wachsthum vermöge ihres vegetalen Stoffwechsels, der Plasmodomie (= Kohlenstoff-Assimilation); dieser rein chemische Vorgang steht auf gleicher Stufe mit der Katalyse anorganischer Verbindungen (Kapitel 10). 7. Das Wachsthum der Cytoden in Folge fortgesetzter Plasmodomie steht auf einer Stufe mit dem physikalischen Proceß des Krystall-Wachsthums. 8. Die Fortpflanzung der Chromaceen

durch einfache Zweitheilung ist nichts weiter als die Fortsetzung dieses einfachen Wachsthums-Processes, der das individuelle Größenmaß überschreitet. 9. Alle übrigen „Lebenserscheinungen", die außerdem noch bei einem Theile der Chromaceen zu beobachten sind, erklären sich ebenfalls einfach durch physikalische, bezüglich chemische Ursachen auf mechanischem Wege; keine einzige Thatsache spricht für die Annahme „vitaler Kräfte". Besonders bemerkenswerth für den physiologischen Charakter dieser niedersten Organismen sind noch ihre bionomischen Eigenthümlichkeiten, vorzüglich die Indifferenz gegen äußere Einflüsse, hohe und niedere Temperaturgrade u. s. w. Manche Chromaceen gedeihen noch in heißen Quellen, deren Temperatur 50—80 ° C. beträgt, und in denen kein anderer Organismus aushält. Andere Arten können lange Zeit im Eise eingefroren bleiben und nach dessem Aufthauen sofort ihre unterbrochene Lebensthätigkeit wieder fortsetzen. Viele Chromaceen können vollständig austrocknen und leben nach mehreren Jahren bei Wasserzutritt wieder auf.

Bakterien. An die Chromaceen schließen sich unmittelbar die Bakterien an, jene merkwürdigen kleinen Organismen, die seit 30 Jahren eine so außerordentliche Bedeutung erlangt haben als Ursachen der verderblichsten Krankheiten, Erreger von Gährung, Fäulniß u. s. w. Die besondere Special-Wissenschaft, die sich mit ihnen beschäftigt, die moderne Bakteriologie, hat in kurzer Zeit eine so hohe Geltung gewonnen — besonders für die praktische und theoretische Medicin —, daß sie jetzt an den meisten Universitäten durch besondere Lehrstühle vertreten wird. Bewunderungswürdig ist der Scharfsinn und die Ausdauer, durch die es gelungen ist, den Organismus der Bakterien mit Hülfe der besten modernen Mikroskope, Präparations- und Färbungs-Methoden auf das Genaueste zu erforschen, ihre physiologischen Eigenthümlichkeiten festzustellen, durch sorgfältige Experimente und Cultur-Methoden ihre hohe Bedeutung für das organische Leben aufzuklären. Die bionomische oder oecologische Stellung der Bakterien im Haushalte

der Natur hat dadurch neuerdings einen Werth erlangt, der diesen „kleinsten Lebensformen“ mit Recht das größte wissenschaftliche und praktische Interesse sichert.

Mit diesen glänzenden Erfolgen der Bakteriologie stehen aber in seltsamem Widerspruch gewisse allgemeine Anschauungen, die sich unter den Vertretern dieser Special-Wissenschaft bis in die neueste Zeit erhalten haben. Besonders befremdend erscheinen da jedem Biologen, der die systematischen Beziehungen der Bakterien von dem modernen Standpunkte der Descendenz-Theorie beurtheilt, die sonderbaren Anschauungen über die Stellung der Bakterien im Pflanzenreiche (als „Spaltpilze“), ihre Beziehungen zu anderen Pflanzenklassen und ihre Speciesbildung. Wenn wir die morphologischen Eigenschaften, die allen echten Bakterien gemeinsam zukommen, unbefangen prüfen und sie mit anderen Organismen kritisch vergleichen, so können wir nur zu dem Ergebniß kommen, das ich schon seit Jahren in verschiedenen Schriften darzulegen versucht habe: die Bakterien sind keine echten (kernhaltigen) Zellen, sondern kernlose Cytoden vom Range der Moneren; sie sind keine echten (gewebebildenden) Pilze, sondern einfachste Protisten; ihre nächsten Verwandten sind die Chromaceen.

Bakterien und Moneren. Die individuellen Organismen einfachster Art, welche die Bakteriologen als „Bakterien-Zellen“ bezeichnen, sind keine echten, kernhaltigen Zellen. Das ist das klare, negative Ergebniß von zahlreichen, höchst sorgfältigen Untersuchungen, die bis auf die neueste Zeit darauf gerichtet waren, positiv einen Zellkern im Plasmakörper der Bakterien nachzuweisen. Besonders hervorzuheben sind unter diesen modernen exacten Untersuchungen diejenigen des Kieler Botanikers Reinke, der bei einer der größten und am leichtesten zu untersuchenden Bakterien-Gattungen, bei Beggiatoa, sich mit allen Hülfsmitteln vergeblich bemühte, einen Zellkern nachzuweisen. Seine Ueberzeugung von der wirklichen Abwesenheit dieses wichtigen Zellgebildes ist um so werthvoller, als dieselbe für seine Dominanten-Theorie sehr nach-

theilig ist. Andere Forscher (namentlich Schaudinn) haben neuerdings in einzelnen größeren Bakterien mehrere winzig kleine Körnchen, die im Plasma unregelmäßig zerstreut waren und sich durch gewisse Kernfärbungsmittel intensiv färbten, als Aequivalente des Zellkerns angesprochen. Aber wenn auch wirklich die chemische Identität dieser sich gleichartig färbenden Substanzen nachgewiesen wäre (— was nicht sicher der Fall ist —) und wenn selbst das Auftreten von zerstreuten Nuclein-Körnchen im Plasma als Vorbereitung oder Anfang zur Differenzirung eines individuellen, morphologisch gesonderten Zellkerns betrachtet werden könnte, so ist damit noch nicht dessen Selbständigkeit als Zell-Organell erwiesen.

Ebensowenig wird diese dadurch dargethan, daß in einigen Bakterien (nicht in allen!) sich eine Sonderung des Plasma in eine innere und äußere Schicht, oder eine „Schaumstructur" mit Vacuolenbildung, oder eine besondere, abgrenzbare Membran an der Plastide nachweisen läßt. Viele Bakterien (— aber nicht alle! —) theilen den Besitz einer solchen Membran mit den nächstverwandten Chromaceen, ebenso wie die Abscheidung einer Gallerthülle. Beide Klassen haben ferner gemeinsam die ausschließlich monogene Fortpflanzung; die Bakterien vermehren sich gleich den Chromaceen ausschließlich durch einfache Theilung; sobald das structurlose Plasmakorn durch einfaches Wachsthum eine gewisse Größe erreicht hat, schnürt es sich ein und zerfällt in zwei gleiche Hälften. Bei den langgestreckten Bakterien (— den stäbchenförmigen Bacillen —) geht die Einschnürung stets durch die Mitte der Längsaxe, ist also einfache Quertheilung. Bei vielen Bakterien wird außerdem Fortpflanzung durch Sporenbildung beschrieben; diese sogenannten „Sporen" sind aber eigentlich nur Pausosen oder ruhende Dauerzustände (— ohne Vermehrung der Individuen! —); der Central-Theil der Plastide (Endoplasma) verdichtet sich, sondert sich von dem peripheren Theil (Exoplasma) und geht eine chemische Veränderung ein, die ihn gegen äußere Einflüsse (z. B. hohe Temperaturen) sehr widerstandsfähig macht.

Bakterien und Chromaceen. Die große Mehrzahl der Bakterien ist von den Chromaceen in morphologischer Beziehung so wenig verschieden, daß man beide Moneren-Klassen nur durch den Gegensatz ihres Stoffwechsels überhaupt unterscheiden kann. Die Chromaceen, als Protophyten, sind Plasmodomen; sie bilden neues Plasma durch Synthese und Reduction aus einfachen anorganischen Verbindungen: Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, Salpetersäure. Die Bakterien hingegen, als Protozoen, sind Plasmophagen; sie können (meistens!) kein neues Plasma bilden, sondern müssen dasselbe (als Parasiten, Saprophyten u. s. w.) von anderen Organismen aufnehmen; sie zersetzen das Plasma durch Analyse und Oxydation. Daher fehlt auch den farblosen Bakterien der wichtige grüne, blaue oder rothe Farbstoff (Phycocyan), der die Plastide der Chromaceen färbt und als der eigentliche Träger der Carbon-Assimilation gilt. Indessen giebt es auch in dieser Beziehung Ausnahmen: Bacillus virens ist durch Chlorophyll grün gefärbt, Micrococcus prodigiosus („Wunderblut") blutroth, die Purpur-Bakterien purpurroth u. s. w. Gewisse, im Erdboden lebende Bakterien (Nitrobakterien) besitzen sogar das vegetale Vermögen der Plasmodomie; sie verwandeln durch Oxydation das Ammoniak in salpetrige Säure, diese in Salpetersäure, und benutzen als Kohlenstoffquelle die Kohlensäure der Atmosphäre; sie sind also ganz unabhängig von organischen Substanzen und ernähren sich gleich den Chromaceen bloß von einfachen anorganischen Verbindungen.

Die Verwandtschaft zwischen den plasmodomen Chromaceen und den plasmophagen Bakterien ist demnach so innig, daß man eigentlich kein einziges sicheres Differential-Merkmal angeben kann, das beide Klassen durchgreifend unterscheidet. Viele Botaniker vereinigen daher beide Gruppen in einer einzigen Klasse unter dem Namen „Spaltpflanzen" (Schizophyta) und trennen innerhalb derselben als „Ordnungen" die blaugrünen Chromaceen als „Spaltalgen" (Schizophyceae) von den farblosen Bakterien als „Spalt-

pilzen" (Schizomycetes). Indessen ist diese Scheidung nicht scharf durchzuführen, und der absolute Mangel des Zellkerns und der Gewebebildung trennt die Chromaceen eben so weit von den vielzelligen und gewebebildenden Algen, wie die Bakterien von den Pilzen. Die einfache Vermehrung durch Halbirung der Zelle, die durch die Bezeichnung „Spaltpflanzen" ausgedrückt wird, findet sich ebenso bei zahlreichen anderen Protisten wieder.

Species-Formen der Bakterien. Die Zahl der Formen, die man als Arten oder Species in systematischem Sinne unterscheidet, ist trotz der großen Einfachheit der äußeren Gestalt bei den Bakterien sehr groß; manche Bakteriologen unterscheiden bereits mehrere hundert, einige schon über tausend Arten. Wenn man jedoch die äußere Gestalt des lebendigen Plasma-Korns allein ins Auge faßt, lassen sich eigentlich nur drei Grundformen unterscheiden: 1. Mikrokokken oder Sphärobakterien (kurz: Kokken), kugelig oder ellipsoid; 2. Bacillen oder Rhabdobakterien (auch Eubakterien oder Bakterien im engeren Sinne), stäbchenförmig, cylindrisch; oder 3. Spirillen oder Spirobakterien, wurstförmig gekrümmte („Komma-Bacillen"), schraubenförmig gewundene Stäbchen (mit schwacher Schraubendrehung: Vibrionen; mit vielen dichten Schraubengängen: Spirochaeten). Außer dieser dreifachen Verschiedenheit der Cytoden-Form dienen ferner zur Unterscheidung vieler Bacillen oder Spirillen eine oder mehrere sehr dünne Geißeln (Flagella), die von einem oder von beiden Polen der langgestreckten Plastide ausgehen; ihre Contractionen und Schwingungen dienen zur Ortsbewegung der schwimmenden Bakterien; sie treten jedoch bei vielen Arten nur zeitweise auf und fehlen vielen anderen Arten vollständig.

Da mithin weder die einfache äußere Form der Bakterien-Cytode noch ihre homogene innere Structur genügende Anhaltspunkte zur systematischen Unterscheidung der zahlreichen Species liefert, sind dazu meistens in erster Linie ihre physiologischen Eigenthümlichkeiten benutzt worden, insbesondere das verschiedene Ver-

halten gegen organische Nahrungsmittel (Eiweiß und Zucker), ihre chemischen Wirkungen, die besonderen Giftwirkungen und Zersetzungen, die sie im lebendigen Organismus hervorrufen. Kein Bakteriologe zweifelt gegenwärtig mehr daran, daß alle diese Lebensthätigkeiten der Bakterien rein chemischer Natur sind, und gerade in dieser Beziehung sind diese Mikroben von hervorragender allgemeiner Bedeutung. Wenn man bedenkt, wie verwickelt die besonderen Beziehungen der einzelnen Bakterien-Arten zu den verschiedenen Geweben des menschlichen Körpers sind, in denen sie die speciellen Krankheits-Formen des Typhus und Milzbrandes, der Cholera und Tuberculose hervorrufen, so muß man nothgedrungen annehmen, daß die wahre Ursache derselben in einer eigenartigen Molecular-Structur des Bakterien-Plasma zu suchen ist, in der besonderen Anordnung seiner Molecüle und der zahlreichen (mehr als tausend) Atome, die zu besonderen Molecül-Gruppen in sehr labiler Weise zusammengesetzt sind. Die chemischen Producte ihrer merkwürdigen Umsetzungen sind die sogenannten Ptomaïne, zum Theil äußerst heftige Gifte (Toxine). Es ist gelungen, mehrere von diesen Giftstoffen durch künstliche Cultur der Bakterien in größerer Menge darzustellen, rein abzuscheiden und experimentell ihre Natur zu ergründen, so z. B. das Tetanin, das den Starrkrampf erzeugt, das Typhotoxin, das den Typhus hervorruft u. s. w.

Indem wir so die rein chemische, jetzt allgemein anerkannte und anorganischen Vergiftungen ganz analoge Wirkung der Bakterien feststellen, wollen wir noch besonders betonen, daß diese vollberechtigte Annahme eine reine Hypothese ist; — ein glänzendes Beispiel dafür, daß wir ohne Hypothesen in der Erklärung der wichtigsten Natur-Erscheinungen nicht weiter kommen. Zu sehen ist von der chemischen Molecular-Structur des Plasma, auch bei Anwendung der stärksten Vergrößerungen, gar nichts; diese liegt weit jenseits der Grenzen der mikroskopischen Wahrnehmungen. Dennoch zweifelt kein Sachkundiger daran, daß sie vorhanden ist, und daß die verwickelten Bewegungen der empfind-

lichen Atome und der von ihnen zusammengesetzten Molecüle und Molecül-Gruppen die Ursachen der gewaltigen Umwälzungen sind, die diese kleinsten Organismen in den Geweben des Menschen, wie aller höheren Organismen, hervorrufen.

Auch für die allgemeine Frage vom Begriff und von der Constanz der Species ist die Unterscheidung der zahlreichen Bakterien-Arten von Interesse. Während sonst in der biologischen Systematik allein bestimmte morphologische Charaktere, definirbare Unterschiede in der äußeren Körperform oder in der inneren Structur, als maßgebend für die Species-Unterscheidung angesehen werden, müssen hier, bei der unzureichenden Bestimmtheit oder beim Mangel derselben, überwiegend die physiologischen Eigenschaften dazu verwendet werden, und diese sind in den chemischen Differenzen ihrer hypothetischen Molecular-Structur begründet. Aber auch diese sind nicht absolut constant; vielmehr verlieren viele Bakterien durch fortgesetzte Züchtung unter veränderten Ernährungs-Verhältnissen ihre specifischen Eigenschaften. Durch Veränderung der Temperatur und des Nährbodens, auf dem viele giftige Bakterien gezüchtet werden, oder durch Einwirkung gewisser Chemikalien wird nicht allein ihr Wachsthum und ihre Vermehrung abgeändert, sondern auch die schädliche Wirkung, die sie durch Erzeugung von Toxinen auf andere Organismen ausüben. Diese Giftwirkung wird verstärkt oder abgeschwächt — und diese Abschwächung kann sich durch Vererbung auf die folgenden Generationen übertragen. Hierauf beruht der merkwürdige Proceß der Impfung oder Immunisirung: ein ausgezeichnetes Beispiel für die „Vererbung erworbener Eigenschaften".

Bakterien und Pilze. Da die Bakterien auch heute noch vielfach als „Spaltpilze" (Schizomycetes) aufgefaßt und im System zur Klasse der echten Pilze gestellt werden, wollen wir noch besonders auf die weite Kluft hinweisen, die beide Gruppen von einander trennt. Die echten Pilze (Mycetes oder Fungi) sind Metaphyten, deren vielzelliger Körper (Thallus) ein sehr charak-

teristisches Gewebe bildet, das Mycelium; dieses ist aus vielfach verzweigten und verflochtenen Fäden (Hyphen) zusammengesetzt. Jeder Pilzfaden besteht aus einer Reihe von langgestreckten Zellen, die eine dünne Chitin-Membran besitzen und in farblosem Plasma zahlreiche kleine Zellkerne einschließen. Ferner bilden die beiden Unterklassen der echten Pilze, die Ascomyceten und Basimyceten, eigenthümliche Fruchtkörper, die Sporen erzeugen (Ascodien und Basidien). Von allen diesen Merkmalen der echten Pilze ist bei den Bakterien nichts zu finden. Ebenso wenig können sie mit den Fungillen vereinigt werden, den sogenannten „Einzelligen Pilzen“ oder Phycomyceten (Oomyceten und Zygomyceten); diese bilden eine besondere Klasse der Protisten, die den Gregarinen nächst verwandt ist.

Coenobien der Bakterien. Gleich den nächstverwandten Chromaceen zeigen auch viele Bakterien große Neigung zur Bildung geselliger Verbände oder „Zellcolonien“. Diese „Zellvereine“ entstehen hier wie dort dadurch, daß die Individuen, die durch fortgesetzte Theilung sich sehr rasch vermehren, vereinigt bleiben, und zwar auf zwei verschiedene Weisen. Wenn die socialen Bakterien reichliche Mengen von Gallerte ausscheiden und in dieser zerstreut liegen bleiben, entsteht die sogenannte Zoogloea (wie bei Aphanocapsa und Gloeocapsa unter den Chromaceen). Wenn hingegen die langgestreckten Bacillen in Reihen vereinigt bleiben, entstehen die gegliederten Fäden von Leptothrix und Beggiatoa (vergleichbar den Oscillarien). Wenn endlich diese Fäden sich verzweigen, entsteht Cladothrix. Andere Coenobien von Bakterien erscheinen als Scheiben, indem die Cytoden sich in einer Ebene, gewöhnlich zu je vier gruppirt, fortgesetzt theilen (wie bei Merismopedia), oder als würfelförmige Packete, wenn sie nach allen drei Richtungen des Raumes geordnet sind (Sarcina).

Bakterien und Protozoen. Die beiden Klassen der Bakterien und Chromaceen erscheinen wegen ihrer einfachen Organisation nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntniß jedenfalls als

die einfachsten von allen Lebewesen, als wirkliche Moneren, Organismen ohne Organe. Wir müssen sie daher auf die tiefste Stufe unsers Protistenreiches stellen und schätzen den Unterschied zwischen ihnen und den höchst differenzirten einzelligen Wesen (— z. B. Radiolarien, Wimper-Infusorien, Diatomeen, Siphoneen —) nicht geringer, als im Reiche der Histonen den Unterschied zwischen einem niederen Polypen (Hydra) und einem Wirbelthier, oder zwischen einer einfachen Alge (Ulva) und einer Palme. Wenn man jedoch das Protistenreich in üblicher Weise theilen und nach althergebrachter Norm seine beiden Hälften auf „Thierreich und Pflanzenreich" vertheilen will, dann bleibt als einziges Scheidungs-Merkmal der entgegengesetzte Stoffwechsel übrig; dann müssen wir die Bakterien als Plasmophagen dem Thierreiche anschließen (— wie schon Ehrenberg 1838 that —) und die Chromaceen als Plasmodomen dem Pflanzenreiche. Die merkwürdige Klasse der Flagellaten, in der geißeltragende Einzellige beider Gruppen vereinigt werden, enthält mehrere Formen, die sich von typischen Bakterien nur durch den Besitz eines Zellkerns unterscheiden. Wenn neuerdings bei einzelnen, zu den Bakterien gerechneten Protisten wirklich ein echter Zellkern nachgewiesen worden sein sollte, so sind diese von den übrigen (kernlosen) zu trennen und den kernhaltigen Flagellaten anzuschließen.

Rhizomoneren. Diejenigen Moneren, die ich als solche zuerst 1866 beschrieben und auf die ich die „Theorie der Moneren" in meiner Monographie derselben (1868) gegründet hatte, gehören einer anderen Abtheilung der Protisten an, als die beiden Klassen der Bakterien und Chromaceen. Es sind dies die Formen, die ich als Protamoeba, Protogenes, Protomyxa u. s. w. beschrieben habe; ihre nackten beweglichen Plasmakörper senden Pseudopodien oder veränderliche Scheinfüßchen von der Oberfläche aus, gleich den echten (kernhaltigen) Rhizopoden (= Sarcodinen); sie unterscheiden sich aber von diesen sehr wesentlich durch den Mangel des Zellkerns. Ich habe später (in der „Systematischen Phylogenie",

Bd. I, S. 144) vorgeschlagen, diese „kernlosen Rhizopoden“ von den übrigen zu trennen und die Amoeba-ähnlichen, mit Lappenfüßchen versehenen als Lobomoneren (Protamoeba) zu bezeichnen, dagegen die Gromia-ähnlichen, Wurzelfüßchen bildenden als Rhizomoneren (Protomyxa, Pontomyxa, Biomyxa, Arachnula u. s. w.). Nun sind aber neuerdings in einzelnen dieser größeren Moneren wirkliche Zellkerne nachgewiesen und damit ihre echte Zellennatur dargethan worden; dieser Nachweis wurde ermöglicht durch Anwendung der vervollkommneten modernen Methoden der Kernfärbung, die mir dreißig Jahre früher, bei meinen ersten bezüglichen Beobachtungen, nicht zu Gebote standen. Gestützt auf diese neueren Beobachtungen haben nun viele Forscher behauptet, daß wohl alle von mir beschriebenen Moneren eigentlich echte Zellen seien und einen Zellkern besitzen müßten. Diese unbegründete Behauptung ist dann von den Gegnern der Entwickelungslehre reichlich ausgenutzt worden, um die wirkliche Existenz von Moneren überhaupt zu leugnen.

Protamoeba. Von dieser Moneren-Gattung habe ich in der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ (10. Aufl., S. 433) eine Abbildung gegeben, die vielfach reproducirt worden ist; es existiren davon noch heute mehrere, mindestens zwei oder drei Arten, die sich durch die Form ihrer Lappenbildung und die Art ihrer Bewegung unterscheiden lassen. Sie gleichen gewöhnlichen einfachen Amoeben und unterscheiden sich von ihnen wesentlich nur durch den Mangel des Zellkerns. Die Protamoeba primitiva scheint ziemlich verbreitet zu sein; sie ist wiederholt von mehreren zuverlässigen Beobachtern (Gruber, Cienkowski, Leidy u. A.) in verschiedenen Binnen-Gewässern aufgefunden worden. In dem Zoologischen Practicum, das ich an der Universität Jena seit vierzig Jahren in jedem Semester abgehalten habe, und in dem regelmäßig unsere niederen Süßwasser-Bewohner zur mikroskopischen Untersuchung kommen, ist die Protamoeba primitiva etwa fünf oder sechs Mal gelegentlich gefunden worden; sie zeigte stets dieselbe, früher

beschriebene Beschaffenheit, bewegte sich durch langsame Lappenbildung an der Oberfläche, vermehrte sich einfach durch Zweitheilung und ließ auch bei sorgfältigster Anwendung der modernen Kernfärbungsmittel keine Spur eines Zellkerns in ihrem homogenen Plasmaleibe erkennen. Eine große Anzahl äußerst kleiner Körnchen (Mikrosomen), die im Plasma regellos zerstreut waren und sich mehr oder minder durch Kern-Reagentien zu färben schienen, können ebenso wenig, wie in anderen ähnlichen Fällen, als Aequivalente des Zellkerns sicher gedeutet werden; sie sind wahrscheinlich Producte des Stoffwechsels. Das gilt auch für die größere marine Rhizomoneren-Form, die neuerdings A. Gruber als Pelomyxa pallida beschrieben hat.

Bathybius. Die große marine Rhizomeneren-Form, die Huxley 1868 unter dem Namen Bathybius Haeckelii beschrieben hatte, und über deren wahre Natur sehr verschiedene Ansichten aufgestellt wurden, scheint nach neueren Untersuchungen die ihr zugeschriebene Bedeutung nicht zu besitzen. Für unsere Moneren-Theorie und die daran geknüpfte Hypothese der Archigonie (Kapitel 15) ist die viel besprochene Bathybius-Frage gleichgültig geworden, seitdem wir durch die tiefere Erkenntniß der Chromaceen und Bakterien das richtige Verständniß dieser viel wichtigeren Moneren-Formen gewonnen haben.

Problematische Moneren. Bei einigen der von mir in der „Monographie der Moneren" beschriebenen Protisten bleibt es vor der Hand zweifelhaft, ob ihr Plasmakörper einen Zellkern einschließt oder nicht — ob sie demnach als echte Zellen oder als Cytoden aufzufassen sind. Das gilt namentlich für solche Formen, die nur einmal gelegentlich zur Beobachtung gekommen sind, wie Protomyxa und Myxastrum. In diesen unsicheren Fällen würden erst erneute Untersuchungen, mit Anwendung der modernen Kernfärbungs-Mittel, volle Klarheit schaffen können. Uebrigens will ich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß diese vielgerühmten „Kernfärbungs-Methoden" keineswegs die absolute Sicherheit be-

sitzen, die ihnen vielfach zugeschrieben wird; denn es giebt auch andere Substanzen, die sich ähnlich wie Chromatin färben. Für unsere „Moneren-Theorie", — für die große allgemeine Bedeutung, die wir diesen kernlosen lebenden Plasmakörpern zuschreiben, ist es gleichgültig, ob bei jenen „problematischen Moneren" ein Zellkern nachgewiesen wird oder nicht. Denn die Chromaceen allein — als die wichtigsten von allen Moneren! — genügen vollkommen, um die weitreichenden theoretischen Betrachtungen, die wir daran knüpfen, vollauf befriedigend zu begründen.

Folgerungen der Moneren-Theorie. Am Schlusse unserer Betrachtungen über die Moneren angelangt, wollen wir nochmals die wichtigen Folgerungen kurz zusammenfassen, die sich aus ihrer einfachen Organisation ergeben; dieselben dienen zur festen Grundlage von wichtigen Lehrsätzen unserer monistischen Biologie; sie sind unvereinbar mit den dualistischen Anschauungen, welche der moderne Vitalismus ihr entgegenhält. Wir betonen in erster Linie, daß der structurlose Plasmakörper der einfachen Moneren noch keinerlei „Organisation" besitzt, keine Zusammensetzung aus ungleichartigen Körpertheilen, die zu einem bestimmten Lebenszweck zusammenwirken. Die intelligenten „Dominanten" von Reinke — aber auch die mechanischen „Determinanten" von Weismann — finden hier überhaupt nichts zu thun! Die ganze Lebensthätigkeit der einfachsten Moneren — vor Allen der Chromaceen! — beschränkt sich auf ihren Stoffwechsel, ist also ein rein chemischer Vorgang, vergleichbar der Katalyse lebloser Verbindungen. Die einfache Bildung von „Individuen" in dieser primitiven „lebendigen Substanz" beschränkt sich auf die Sonderung von Plasmakugeln bestimmter Größe (Chroococcus); und ihre primitive Vermehrung (durch einfache Selbsttheilung) ist nichts weiter, als fortgesetztes Wachsthum (analog dem der Krystalle). Wenn dieses einfache Wachsthum ein gewisses, durch die chemische Constitution beschränktes Maß überschreitet, führt es zur selbständigen Gestaltung der überschüssigen Wachsthums-Producte.

Zehntes Kapitel.

Ernährung.

Stoffwechsel und Energiestrom (Metabolismus). Assimilation und Dissimilation. Plasmodomen und Plasmophagen. Metasitismus. Parasitismus.

„Wenn wir möglichst allgemein die Frage aufwerfen nach dem größten Fortschritt der Physiologie während des 19. Jahrhunderts, so dürfte die Antwort kaum anders lauten können, als daß derselbe in der Befestigung der Ueberzeugung liegt, daß bei den Lebewesen keine principiell anderen Kräfte walten als innerhalb der todten Natur. Nur hierdurch wurde die Physiologie auf den festen Boden der exacten Naturforschung gestellt, und es steht außer jedem Zweifel, daß gerade diese Auffassung die wesentliche Ursache der großen und bedeutenden Entwickelung darstellt, welche die Physiologie während der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts durchgemacht hat, sowie daß sie auch auf die gesammte Biologie (einschließlich der Medicin) in hohem Grade fördernd eingewirkt hat."

Robert Tigerstedt (1902).

Inhalt des zehnten Kapitels.

Functionen der Ernährung. Assimilation und Dissimilation. Plasmodomen und Plasmophagen. Phytoplasma und Zooplasma. Plasmodomie der Pflanzen. Chlorophyllkörner und Nitrobakterien. Plasmophagie der Pilze und Thiere. Metasitismus. (Umkehr des Stoffwechsels). Ernährung der Moneren (Chromaceen, Bakterien, Rhizomoneren). Ernährung der Protophyten und Metaphyten (Zellenpflanzen und Gefäßpflanzen). Ernährung der Metazoen. Gastraeatheorie. Gastrocanal-System der Coelenterien (Gastraeaden, Spongien, Cnidarien, Platoden). Ernährung der Coelomarien (Verdauung, Kreislauf, Athmung, Ausscheidung). Saprositismus. Parasitismus. Symbiose.

Literatur.

Jakob Moleschott, 1852. Der Kreislauf des Lebens; Physiologische Antworten auf Liebigs Chemische Briefe. Mainz.

Max Kassowitz, 1899. Aufbau und Zerfall des Protoplasma. Erster Band der Allgemeinen Biologie. Wien.

Ernst Haeckel, 1872—1877. Studien zur Gastraea-Theorie. (Erster Grundriß in der „Philosophie der Kalkschwämme", 1872, Bd. I, S. 464—473.)

Ludwig Rhumbler, 1898. Physikalische Analyse von den Lebenserscheinungen der Zelle. (Archiv für Entwickelungs-Mechanik. Band VII.)

Carl Voit, 1881. Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung. Band VI von Hermann's Handbuch der Physiologie. Leipzig.

Ernst Pflüger, 1875. Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. Pflüger's Archiv. Bonn.

Wilhelm Engelmann, 1881—1895. Die Erscheinungsweise der Sauerstoff-Ausscheidung pflanzlicher und thierischer Organismen. Pflüger's Archiv Bd. 25 und Onders. physiol. Lab. Utrecht.

Julius Sachs, 1882. Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. Leipzig.

Wilhelm Pfeffer, 1882. Pflanzen-Physiologie. 2 Bände. Leipzig.

Ernst Haeckel, 1894. Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen. Berlin.

Rudolf Leuckart, 1879. Allgemeine Naturgeschichte der Parasiten. Leipzig.

Franz Wagner, 1902. Schmarotzer und Schmarotzerthum in der Thierwelt. Leipzig.

Oscar Hertwig, 1883. Die Symbiose. Jena.

Ernährung und Substanzwechsel. Das Lebenswunder, das wir im weitesten Umfange des Begriffes „Ernährung" nennen, bewirkt als Hauptzweck die Selbsterhaltung des organischen Individuums. Diese ist allgemein mit einer chemischen Umbildung der lebendigen Substanz verknüpft, einem organischen „Stoffwechsel" und einem entsprechenden „Kraftwechsel". Bei diesem chemischen Processe wird Plasma verbraucht, neu gebildet und wieder umgesetzt. Der Substanzwechsel (Metabolismus), der diesem trophischen Chemismus zu Grunde liegt, ist das Wesentlichste bei den vielgestaltigen Processen der Ernährung, der Trophese oder Nutrition. Ein großer Theil der einzelnen Ernährungs-Vorgänge erklärt sich ohne weiteres aus den bekannten physikalischen und chemischen Eigenschaften anorgischer Naturkörper; bei einem anderen Theile ist diese Zurückführung bisher noch nicht gelungen. Indessen nehmen alle unbefangenen Physiologen gegenwärtig übereinstimmend an, daß dieselbe im Princip möglich und daß die Annahme einer besonderen Lebenskraft dafür überflüssig ist; alle trophischen Processe ohne Ausnahme sind dem Substanz-Gesetz unterworfen.

Functionen der Ernährung. Bei allen höheren Pflanzen und Thieren ist der chemische Proceß des Stoffwechsels und des damit verknüpften Energiestroms eine höchst zusammengesetzte Lebensthätigkeit, bei der viele verschiedene Functionen und Organe zu dem gemeinsamen Zwecke der Selbsterhaltung zusammenwirken. Man ordnet dieselbe gewöhnlich in vier Hauptgruppen, nämlich 1. Nahrungsaufnahme und Verdauung (Digestion), 2. Vertheilung der

Nährstoffe im Körper oder Kreislauf (Circulation), 3. Athmung oder Gaswechsel (Respiration), 4. Abscheidung unbrauchbarer Stoffe (Excretion). Bei den meisten Histonen, sowohl Gewebpflanzen als Gewebthieren, sind viele verschiedene Organe zur Ausführung dieser Arbeiten differenzirt. Auf den niederen Stufen fehlt diese Arbeitstheilung noch, und der gesammte Ernährungsproceß wird durch eine einfache Zellenschicht ausgeführt (Niedere Algen, Gastraeaden, Spongien, niedere Polypen). Bei den Protisten ist es wieder die einzelne Zelle, die alle diese Arbeiten allein besorgt; im einfachsten Falle, bei den Moneren, eine homogene Plasmakugel. Da eine lange Stufenleiter diese einfachsten Formen der Trophese mit jenen complicirten Formen continuirlich verbindet, dürfen wir auch die letzteren, ebenso wie die ersteren, als physiko-chemische Vorgänge auffassen.

Assimilation und Dissimilation. Wenn man die gesammten Vorgänge des Stoffwechsels der Organismen im Zusammenhang überschaut, kann man sie als Ergebniß von zwei entgegengesetzten chemischen Processen auffassen; einerseits Aufbau lebendiger Substanz durch Aneignung von Nährstoffen (Assimilation), anderseits Zerfall derselben in Folge ihrer Lebensthätigkeit (Dissimilation). Da in allen Fällen das Plasma die active „lebendige Substanz" darstellt, so kann man auch sagen: die Assimilation (oder „Plasma-Erzeugung") besteht darin, daß die von außen aufgenommene Nahrung innerhalb des Organismus in das besondere Plasma der betreffenden Species verwandelt wird; die Dissimilation (der „Plasma-Zerfall") ist die Folge der vom Plasma geleisteten Arbeit, die mit theilweiser Zersetzung und Auflösung desselben verknüpft ist. In beiden Beziehungen besteht ein auffälliger Gegensatz zwischen den beiden großen Reichen der organischen Natur. Das Pflanzenreich besorgt im Großen und Ganzen überwiegend die Assimilation, indem es aus anorganischen Substanzen durch Synthese und Reduction neues Plasma bildet. Im Thierreiche hingegen überwiegt die Dissimilation, indem das aufgenommene

Plasma durch Oxydation zersetzt und die dabei durch Analyse gewonnene actuelle Energie in Wärme und Bewegung umgesetzt wird. Die Pflanzen sind Plasmodomen, die Thiere Plasmophagen.

Plasmodomen und Plasmophagen. Unter allen chemischen Processen ist für die Entstehung und den Bestand des organischen Lebens der wichtigste, weil unentbehrlichste, die beständige Neubildung von Plasma; wir bezeichnen dieselbe als Plasmodomie (— von Domeo = Bauen —) oder als „Carbon-Assimilation" = Kohlenstoff-Assimilation. Die Botaniker haben sich neuerdings daran gewöhnt, diese kurzweg Assimilation zu nennen, und dadurch viele Mißverständnisse veranlaßt. Denn der weitere und viel ältere Begriff der Assimilation bedeutet in der thierischen Physiologie ursprünglich im weitesten Sinne die Aneignung und Verarbeitung der von außen aufgenommenen Nahrung. Die Kohlenstoff-Assimilation der Pflanzen — unsere Plasmodomie — ist aber nur die erste und ursprüngliche Art der Plasma-Bildung; sie beruht darauf, daß die Pflanze im stande ist, aus einfachen, anorganischen Verbindungen (aus Wasser, Kohlensäure, Salpetersäure und Ammoniak) unter dem Einflusse des Sonnenlichts durch Synthese und Reduction Kohlenhydrate und aus diesen neues Plasma zu bilden. Das Thier versteht diese Kunst nicht; es muß das Plasma mit der Nahrung aus anderen Organismen aufnehmen, die Pflanzenfresser direct, die Fleischfresser indirect. Wir bezeichnen dieses animale „Plasmafressen" als „Plasmophagie". Indem das Thier das gefressene fremde Plasma verarbeitet und in seine eigene, specifisch bestimmte Plasma-Art umsetzt, übt es ebenfalls Assimilation; aber diese animale Albumin-Assimilation ist total verschieden von jener vegetalen Carbon-Assimilation. Das neu gebildete thierische Plasma wird dann durch Oxydation zersetzt und durch diese Analyse die actuelle Energie für die animalen Bewegungen gewonnen.

Phytoplasma und Zooplasma. Der physiologische Gegensatz, der so zwischen den beiden Hauptarten der „lebendigen Substanz" besteht, zwischen dem synthetischen Plasma der Pflanzen und

dem analytischen Plasma der Thiere, ist von größter Bedeutung für den dauernden Bestand der ganzen organischen Welt; er beruht auf einer Umkehr der Molecularbewegung im Plasma, die uns in ihrem eigentlichen Wesen noch ebenso unbekannt ist, wie die chemische Constitution der Albumine überhaupt und diejenige des „lebendigen Albumin", des Plasma im Besonderen. Wie wir im 5. Kapitel erwähnt haben, nimmt die moderne physiologische Chemie mit gutem Grund an, daß das unsichtbare Albumin-Molecül verhältnißmäßig riesengroß und aus mehr als tausend Atomen zusammengesetzt ist. Diese befinden sich in so labilem Gleichgewicht, in so verwickelter und unbeständiger Lagerung, daß der kleinste Anstoß oder Reiz genügt, dieselbe zu verändern und eine neue Plasma-Art zu bilden. Thatsächlich ist ja auch die Zahl der Plasma-Arten unendlich groß und unendlich variabel; das beweist allein schon die ontogenetische Thatsache, daß Eizelle und Spermazelle einer jeden Art (und einer jeden Varietät!) seine specifische chemische Constitution besitzt; bei der Fortpflanzung wird diese durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen. Wenn wir aber von diesen unzähligen feineren Modificationen absehen, können wir im Allgemeinen alle Plasma-Arten auf diese zwei Hauptgruppen vertheilen: das Phytoplasma der Pflanzen, mit dem synthetischen Vermögen der Plasmodomie, und das Zooplasma der Thiere, das diese chemische Kunst nicht kennt und daher auf Plasmophagie angewiesen ist.

Plasmodomie der Pflanzen. Der merkwürdige synthetische Proceß des Plasma-Aufbaues, den wir als Plasmodomie oder „Carbon-Assimilation" bezeichnen, erfordert für gewöhnlich als erste Bedingung die „strahlende Energie" des Sonnenlichtes. Jede grüne Pflanzenzelle enthält in ihren Chlorophyllkörnern die kleinen Laboratorien, deren grünes Plasma unter dem Einflusse des Lichtes aus einfachen anorganischen Verbindungen neues Plasma zu bilden im stande ist. Das dazu nöthige Wasser nebst den stickstoffhaltigen Verbindungen (Salpetersäure, Ammoniak) wird durch die Wurzel

aus dem Boden zugeleitet; die Kohlensäure aber wird durch die grünen Blätter aus der atmosphärischen Luft aufgenommen. Das nächste Product der Synthese, durch Spaltung der Kohlensäure entstanden, ist gewöhnlich das stickstofffreie Stärkemehl (Amylum); dieses wird weiterhin durch einen noch unbekannten synthetischen Proceß, unter Benutzung von stickstoffhaltigen Mineral-Verbindungen, zur Composition des stickstoffhaltigen Albumin benutzt. Bei diesem Reductions-Proceß wird der abgespaltene freie Sauerstoff nach außen abgegeben. Die Kohlenhydrate, die dabei vorzugsweise mitwirken, sind Glukosen und Maltosen; die mineralischen Substanzen besonders Kali-Salze und Magnesia-Salze, Verbindungen von Kalium und Magnesia mit Salpetersäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure. Auch Eisen wird dabei als ein sehr wichtiger Bestandtheil, wenn auch nur in geringster Quantität, mit aufgenommen. In der Regel vermag nur das eisenhaltige Chlorophyll mit Hülfe von Lichtschwingungen des Aethers neues Plasma zu bilden. Der wirksamste Theil des Spectrums sind dabei die rothen, orange und gelben Strahlen.

Plasmodomie der Chromophyllkörner (Chloroplasten). Die Hauptquelle der Plasmabildung ist für die organische Welt die Photosynthese, die gewöhnliche Carbon-Assimilation durch das Chlorophyll, jenen wunderbaren grünen Farbstoff, der nur einen sehr geringen Gewichtstheil (etwa 1/10 Procent) vom Chlorophyll-Korn ausmacht und durch verschiedene Lösungsmittel aus seiner plasmatischen Grundsubstanz entfernt werden kann. Auch wenn die Pflanze eine andere als grüne Farbe besitzt, ist doch das Chlorophyll die eigentliche plasmodome Substanz; ihre grüne Farbe wird dann nur durch eine andere Farbe verdeckt: Diatomin bei den gelben Diatomeen, Phycorhodin bei den rothen Rhodophyceen, Phycophaein bei den braunen Phaeophyceen, Phycocyan bei den blaugrünen Chromaceen oder Cyanophyceen. Diese letzteren sind für uns besonders wichtig, weil hier im einfachsten Fall (Chroococcus) der ganze Organismus weiter nichts ist als ein kugeliges,

blaugrün gefärbtes Plasmakorn. Aber auch bei den einfachsten Formen der kernhaltigen Urpflanzen (Algariae) — vielen sogenannten „einzelligen Algen" — wird der Stoffwechsel noch durch ein einziges Chlorophyll-Korn besorgt. Gewöhnlich ist eine große Anzahl derselben im Plasma der Pflanzenzellen vorhanden.

Plasmodomie der Nitrobakterien. Ganz abweichend von der gewöhnlichen Art der Plasmodomie durch Chlorophyll und Sonnenlicht verhält sich eine andere Art der Plasma-Synthese, die erst neuerdings (durch Heraeus, Winogradsky u. A.) bei einigen Organismen niedersten Ranges entdeckt worden ist. Die sogenannten Stickstoff-Bakterien (Nitrobakterien oder Nitromonaden) sind kleine Moneren (kernlose Urzellen!), die ganz im Dunkeln, unter der Erde, leben. Ihre kugeligen, farblosen Plasmakörper enthalten weder Chlorophyll noch Zellkern; sie besitzen das merkwürdige Vermögen, aus rein anorganischen Verbindungen: Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und Salpetersäure, durch eine eigenthümliche Synthese Kohlenhydrate und aus diesen Plasma herzustellen; dabei wird durch Orydation aus Ammoniak salpetrige Säure und aus dieser Salpetersäure gebildet. Pfeffer hat diese Carbon-Assimilation, da sie auf rein chemischem Wege geschieht, als Chemosynthese bezeichnet, im Gegensatze zu der gewöhnlichen Photosynthese mittelst des Sonnenlichts. Uebrigens zeichnen sich auch andere Bakterien (die Schwefel-Bakterien, Purpur-Bakterien u. A.) durch sehr abweichende Eigenthümlichkeiten des Stoffwechsels aus. Die Nitrobakterien dürften zu den ältesten Moneren gehören und einen Uebergang von den vegetalen Chromaceen zu den animalen Bakterien herstellen.

Plasmophagie der Pilze. Aehnlich einem Theile der Bakterien verhält sich in Bezug auf den Stoffwechsel auch die formenreiche Klasse der Pilze (Fungi oder Mycetes). Diese Organismen werden zwar allgemein als Pflanzen betrachtet, sie besitzen aber nicht die Fähigkeit der grünen, chlorophyllführenden Pflanzen, ihren Kohlenstoff-Bedarf aus der Kohlensäure der

atmosphärischen Luft zu beziehen; vielmehr müssen sie denselben gleich den Thieren aus organischen Substanzen: Eiweiß, Kohlenhydraten u. s. w. aufnehmen. Während jedoch die Thiere ihren Stickstoffbedarf aus letzteren entnehmen müssen, können die Pilze denselben auch aus den anorganischen Verbindungen des Bodens beziehen. Pilze können sich zwar nicht ohne Zufuhr organischer Verbindungen erhalten; man kann sie aber wohl in einer Nährstofflösung wachsen lassen, die neben Zucker bloß anorganische stickstoffhaltige Salze enthält. Sie stehen also auf der Grenze zwischen den plasmodomen Pflanzen und den plasmophagen Thieren. Gleich letzteren sind die Pilze ursprünglich aus ersteren durch veränderte Ernährungsweise entstanden. Schon unter den einzelligen Protisten zeigen diesen Vorgang die Phycomyceten, die von Siphoneen abstammen. Ebenso sind die echten vielzelligen Pilze (Ascomyceten und Basimyceten) von gewebebildenden Algen abzuleiten.

Plasmophagie der Thiere. Alle echten Thiere müssen ihre Nahrung aus dem Pflanzenreiche beziehen, die Pflanzenfresser direct, die Fleischfresser indirect, indem sie Pflanzenfresser verzehren. Die Thiere sind mithin in gewissem Sinne, wie schon vor hundert Jahren die ältere Naturphilosophie sich ausdrückte: „Parasiten des Pflanzenreichs“. Mit Bezug auf die Stammesgeschichte ist also unzweifelhaft das Thierreich viel jünger als das Pflanzenreich. Die Entstehung des ersteren aus dem letzteren beruht somit ursprünglich nur auf jenem veränderten Modus der Ernährung, den wir Metasitismus genannt haben (Systematische Phylogenie, 1894, Bd. I, S. 44).

Metasitismus (Umkehr des Stoffwechsels). Die chemische Verwandlung der lebendigen Substanz, die mit dem Verluste der Plasmodomie verbunden ist — oder mit anderen Worten: die Umbildung des reducirenden Phytoplasma in oxydirendes Zooplasma —, muß demnach als einer der wichtigsten Vorgänge der organischen Erdgeschichte betrachtet werden. Diese wirkliche „Umkehr des Stoffwechsels“ ist polyphyletisch; sie hat sich im Laufe der

Phylogenese oftmals wiederholt und ist in sehr verschiedenen Gruppen der organischen Welt unabhängig von einander zu stande gekommen — und zwar jedesmal dann, wenn eine plasmodome Zelle oder Zellengruppe (= Gewebe) Gelegenheit fand, vorhandenes Plasma unmittelbar in sich aufzunehmen und zu assimiliren, statt sich die Mühe zu nehmen, dasselbe aus anorganischen Verbindungen aufzubauen. Unter den einzelligen Protisten sehen wir das besonders deutlich an den selbständigen Geißelzellen. Die jüngeren plasmophagen Flagellaten, die farblos sind und kein Chlorophyll führen (Monadinen, Conoflagellaten), gleichen in Form und Bewegung noch ganz den älteren plasmodomen und chlorophyllführenden Mastigoten, von denen sie abstammen (Volvocinen, Peridinien); nur die Ernährungsweise ist verschieden. Die farblosen Flagellaten fressen geformtes Plasma, das sie entweder mit Hülfe ihrer Geißel oder durch einen besonderen Zellenmund in ihren Zellenleib einführen. Ihre Ahnen hingegen, die grünen oder gelben Mastigoten, bilden neues Plasma durch Photosynthese wie echte Pflanzen. Es giebt aber auch vollkommene Uebergangsformen zwischen beiden Gruppen, z. B. die Chrysomonaden und die Gymnodinien; diese können abwechselnd sich bald wie Protozoen, bald wie Protophyten verhalten. Ebenso können wir auch die Phycomyceten durch Metasitismus von Siphoneen ableiten, die Pilze von Algen; endlich wiederholt sich derselbe Vorgang bei zahlreichen höheren Schmarotzer-Pflanzen (Orchideen, Orobanchen u. s. w.). (Siehe unten: Parasitismus).

Ernährung der Chromaceen. Wie für alle anderen Lebensthätigkeiten, so bildet auch für die Function des Stoffwechsels den ersten Ausgangspunkt die niederste und einfachste Gruppe der Protophyten, die Chromaceen. Bei ihren ältesten und einfachsten Formen, den Chroococcaceen, ist der ganze Leib weiter nichts als ein blaugrünes, structurloses, kugeliges Plasmakörnchen, das vermöge seiner plasmodomen Fähigkeit wächst, und nachdem es durch Wachsthum ein gewisses Größenmaß erreicht hat, sich theilt.

Das „Lebenswunder“ beschränkt sich hier thatsächlich auf den chemischen Proceß der Plasmodomie durch Photosynthese; das Sonnenlicht befähigt das blaugrüne Phytoplasma dazu, aus anorganischen Verbindungen: Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, Salpetersäure, neues Plasma derselben Art aufzubauen; wir können diesen Proceß als eine besondere Form der Katalyse auffassen. Dagegen bleibt für die Dominanten, die „intelligenten und zweckthätigen Lebenskräfte“ von Reinke, hier absolut nichts zu thun. Da an diesen „Organismen ohne Organe“ physiologisch noch keine verschiedenen Functionen differenzirt sind, ebenso wenig als anatomisch verschiedene Körpertheile, so ist ihre einzige Lebensthätigkeit, das Wachsthum, sehr wohl mit dem einfachen Wachsthum der anorgischen Krystalle zu vergleichen.

Ernährung der Bakterien. Wiederholt wurde schon darauf hingewiesen, daß die merkwürdigen Moneren, die als Bakterien gegenwärtig eine so große biologische Rolle spielen, in mehrfacher Beziehung außerhalb der gewöhnlichen Lebenserscheinungen höherer Organismen sich stellen. Ganz besonders gilt dies für ihren Stoffwechsel, der höchst auffallende und verschiedene Eigenthümlichkeiten zeigt. Morphologisch sind viele Bakterien nicht von den nächstverwandten Chromaceen, ihren directen Vorfahren, zu trennen und nur durch den Mangel des Farbstoffes im Plasma verschieden; viele sind einfache kugelige, ellipsoide, stäbchenförmige Plasma-Körnchen ohne sichtbare Organisation und Bewegung. Andere bewegen sich mittelst einer oder mehrerer äußerst feiner Geißeln (gleich Flagellaten). Ein echter Zellkern ist in dem structurlosen Plasmakörper nicht nachzuweisen. Feinste Körnchen, die sich in einigen Arten finden, Vacuolenbildung in anderen Arten, können als Producte des Stoffwechsels betrachtet werden, ebenso die dünne Umhüllungshaut oder die dickere Gallerthülle, die viele Bakterien ausscheiden. Um so merkwürdiger ist die Verschiedenheit ihrer chemischen Constitution und des davon abhängigen Stoffwechsels: die vorher erwähnten Nitrobakterien sind plasmodom; die anaeroben

Bakterien (der Buttersäure, des Tetanus) gedeihen nur bei Abschluß von Sauerstoff; die Schwefelbakterien (Beggiatoa) scheiden reinen regulinischen Schwefel in Form runder Körner aus (durch Oxydation von Schwefelwasserstoff). Die „rostbildenden" Eisenbakterien (Leptothrix ochrocea) speichern Eisenoxydhydrat auf (durch Oxydation von kohlensaurem Eisenoxydul). Die saprogenen Bakterien erzeugen Fäulniß, die zymogenen Gährung. Endlich sind von größtem Interesse die pathogenen Bakterien, die durch Abscheidung von besonderen Giften (Toxinen) die gefährlichsten Krankheiten hervorrufen: Eiterung, Milzbrand, Tetanus, Diphtherie, Typhus, Tuberculose, Cholera u. s. w. Wegen ihrer außerordentlichen praktischen Bedeutung sind bekanntlich diese zahlreichen Bakterien neuerdings Gegenstand eines besonderen Spezial-Zweiges der Biologie geworden, der Bakteriologie. Aber nur wenige von den zahlreichen Naturforschern, die sich damit eingehend beschäftigen, haben auf die hohe theoretische Bedeutung hingewiesen, welche diese Zoomoneren für viele wichtige Fragen der allgemeinen Biologie besitzen. Vor Allen lehren diese structurlosen Plasmakörper unzweideutig, daß ihre Lebensthätigkeit ein rein chemisches Phänomen ist; ihre große Mannigfaltigkeit zeigt, wie verschieden schon in diesen einfachsten Organismen die complicirte Molecular-Constitution des Plasma sein muß.

Ernährung der Urthiere (Protozoa). Während die einzelligen Urpflanzen schon dieselbe Form des Stoffwechsels und der Plasmodomie zeigen wie die gewöhnlichen grünen Zellen der Gewebpflanzen, treffen wir dagegen bei den meisten Urthieren eigenthümliche Verhältnisse der Ernährung und der Plasmophagie an. Die große Klasse der Wurzelfüßer (Rhizopoda) zeichnet sich dadurch aus, daß ihr nackter Plasmakörper an seiner ganzen Oberfläche geformte feste Nahrung aufnehmen kann. Dagegen besitzen die meisten Infusorien bereits eine bestimmte Mundöffnung in der Außenwand ihres einzelligen Körpers, bisweilen auch ein Schlundrohr. Neben diesem Zellenmund (Cytostoma) findet sich gewöhnlich

noch eine zweite Oeffnung zur Abgabe unverdaulicher Stoffe, ein Zellenafter (Cytopyge).

Ernährung der Gewebpflanzen (Metaphyten). Der Stoffwechsel der Gewebpflanzen bietet eine lange Stufenleiter von sehr einfachen bis zu sehr verwickelten Einrichtungen. Die niedersten und ältesten Thallophyten, namentlich die einfachsten Algen, stehen noch ganz nahe den Coenobien der Protophyten, und sind gleich diesen eigentlich weiter nichts als bestimmt geformte Zellvereine. Die socialen Zellen, die das primitivste Gewebe bilden, sind noch ganz gleichartig, ohne weitere Differenzirung als die sexuelle. Der Thallus oder Lagerbau besteht im einfachsten Falle aus einfachen oder verzweigten feinen Fäden, zusammengesetzt aus Reihen oder Ketten gleichartiger Zellen (so Conferva unter den grünen, Ectocarpus unter den braunen, Callithamnion unter den rothen Algen). Andere Tange, z. B. Ulva, bilden dünne blattähnliche Thallusformen, indem viele gleichartige Zellen in einer Fläche neben einander liegen. Bei den größeren Algen bilden sich schon compacte Gewebskörper, in denen oft festere Zellreihen Anfänge von Leitbündeln herstellen; auch gliedert sich hier schon der Thallus ähnlich wie bei den Cormophyten in Wurzel, Stengel und Blätter. Dann tritt auch bereits eine trophische Differenzirung ein, indem die Leitbündel besondere Functionen der Ernährung (Saftleitung) übernehmen. Dasselbe gilt auch von den Moosen (Bryophyta); ihre niedersten Formen (Ricciadinae) schließen sich noch eng an die Algen an; die höchst entwickelten Moose (z. B. Mnium, Polytrichum) nähern sich bereits den Cormophyten. Viele Botaniker fassen diese niederen Pflanzen: Algen, Pilze und Moose, unter dem Begriffe Zellenpflanzen (Cytophyta) zusammen, und stellen ihnen die höheren, Farne und Blumenpflanzen, als Gefäßpflanzen (Angiophyta) gegenüber, weil sie entwickelte Leitbündel oder Gefäße besitzen. Dieser Gegensatz hat eine ähnliche phylogenetische Bedeutung wie im Thierreiche die Eintheilung in Niederthiere (Coelenteria) und Oberthiere (Coelomaria).

Ernährung der Gefäßpflanzen (Angiophyta). Während die Mehrzahl der Zellenpflanzen entweder das Wasser bewohnt (Algen) oder wegen saprophytischer und parasitischer Lebensweise sehr einfach organisirt ist (Pilze), sind dagegen die Gefäßpflanzen größtentheils Landbewohner und haben sich an viel verwickeltere Lebensbedingungen anpassen müssen. Demzufolge ist ihre Ernährung auf verschiedene Functionen vertheilt und sind dafür besondere Organe entwickelt. Das gilt ebensowohl für die cryptogamen Farne (Pteridophyta) wie für die phanerogamen Blumenpflanzen (Anthophyta). Die wichtigste neuere Erwerbung, durch welche sich Beide von den niederen Zellenpflanzen unterscheiden, ist der Besitz von Gefäßbündeln oder Leitbündeln. Diese Organe der Wasserleitung durchziehen den ganzen Körper der Gefäßpflanzen in Form von langen Röhren, die durch Verschmelzung von Zellenreihen entstanden sind; die Zellen selbst sind abgestorben, ihr Plasma-Inhalt verschwunden. Der Wasserstrom, der in diesen Röhren beständig aufsteigt, wird durch die Wurzel aufgenommen, durch die Gefäße in alle Theile geleitet und durch die Spaltöffnungen der Blätter abgegeben (Transspirations-Strom). Außerdem dienen aber die Spaltöffnungen auch für die Athmung der Pflanzen, indem sie mit den lufthaltigen Intercellargängen (oder Intercellular-Räumen) in Verbindung stehen; aus diesen lufthaltigen Hohlräumen, die zur Durchlüftung des höheren Pflanzenkörpers dienen, kann atmosphärische Luft und Wasserdampf austreten, aber auch bei der Athmung Sauerstoff aufgenommen werden. Endlich besitzen viele Gefäßpflanzen noch besondere Drüsen, die zur Abscheidung von Secreten (Oel, Harz u. s. w.) dienen. Bei den höheren Blumenpflanzen entsteht so durch Arbeitstheilung der verschiedenen Ernährungs-Organe ein sehr complicirter Nutritions-Apparat. Unter den vielen merkwürdigen Einrichtungen, die sich hier durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen entwickelt haben, stehen obenan die Organe zum Fange und zur Verdauung von Insecten bei den fleischfressenden Blumenpflanzen, den einheimischen Drosera und Utricularia, den tropischen Nepenthes und Dionaea.

Ernährung der Gewebthiere (Metazoa). Die lange Stufenleiter von Entwickelungsformen, die uns bei den Gewebthieren entgegentritt, führt uns in ununterbrochenem Zusammenhange von sehr einfachen zu höchst zusammengesetzten physiologischen Functionen und diesen entsprechenden morphologischen Organbildungen hinauf. Die beiden Hauptabtheilungen der Metazoen unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, daß bei den Niederthieren (Coelenteria) ein einziges Organsystem, das Gastrocanal-System, alle Theilfunctionen der Ernährung ganz allein oder doch größtentheils besorgt; bei den Oberthieren (Coelomaria) sind diese dagegen meistens auf vier verschiedene Organsysteme vertheilt, und jedes derselben ist aus einer Anzahl von Organen zusammengesetzt. Zum Theil haben sich hier wieder in jeder größeren Abtheilung charakteristische Typen der Organisation entwickelt. Dennoch lehrt uns die vergleichende Ontogenie, daß alle diese mannigfaltigen Einrichtungen sich aus einer und derselben einfachen Grundform entwickelt haben, wie ich in meiner „Gastraea-Theorie“ gezeigt habe.

Gastraea-Theorie (1872). Die älteren Untersuchungen über die Entstehung des Ernährungs-Apparates der Metazoen — und besonders seines wichtigsten Theiles, des Darmcanals — hatten zu der irrthümlichen Auffassung geführt, daß derselbe in mehreren Gruppen der Gewebthiere sehr verschiedenen Wachsthums-Verhältnissen seine Entstehung verdanke und daß er namentlich bei den höheren Wirbelthieren (Amnioten) ein verhältnißmäßig spätes Entwickelungs-Product darstelle. Im Gegensatze dazu führten mich vergleichende Studien über die Keimesgeschichte niederer und höherer Thiere schon vor 34 Jahren zu der Ueberzeugung, daß umgekehrt ein einfaches Darmsäckchen das erste und älteste Organ aller Metazoen sei und daß alle verschiedenen Formen derselben aus dieser gemeinsamen Urform sich entwickelt haben. Ich habe diese Ansicht schon 1872 in meiner Biologie der Kalkschwämme ausgesprochen (Bd. I, S. 46); weiter ausgeführt und begründet habe ich sie dann in meinen „Studien zur Gastraea-Theorie“ (1873); dort habe ich

auch die wichtigen Folgeschlüsse entwickelt, die sich aus dieser einheitlichen Reform der Keimblätterlehre für die phylogenetische natürliche Classification des Thierreichs ergeben. Ich ging dabei aus von der Betrachtung der einfachsten Schwämme (Olynthus) und Nesselthiere (Hydra). Der ganze Körper dieser niedersten und ältesten Gewebthiere ist im wesentlichen weiter nichts als ein kugeliges, länglich-rundes oder cylindrisches Magenbläschen, ein verdauendes Säckchen, dessen dünne Wand aus zwei einfachen Zellenschichten besteht. Die äußere Zellenschicht (Ektoderm oder Hautblatt) ist die Deckschicht der äußeren Oberhaut (Epidermis); sie vermittelt die Empfindung und Bewegung. Die innere Zellenschicht hingegen (Entoderm oder Darmblatt) dient zur Ernährung; sie kleidet die einfache Höhle des Säckchens aus, das die Nahrung durch ihre Oeffnung aufnimmt und verdaut. Diese Oeffnung ist der Urmund (Prostoma oder Blastoporus), die innere Höhle selbst der Urdarm (Progaster oder Archenteron). Dieselbe Zusammensetzung wies ich nun bei den jugendlichen Keimen und Larven vieler niederen Thiere nach und zeigte, daß auch die mannigfaltigen und scheinbar sehr verschiedenen Keimformen aller höheren Thiere auf dieselbe gemeinsame Urform zurückzuführen sind. Diese letztere nannte ich Becherkeim oder Darmlarve (Gastrula) und schloß nach dem biogenetischen Grundgesetze, daß sie die palingenetische, durch Vererbung bis heute erhaltene Wiederholung einer entsprechenden Ahnenform (Gastraea) sei. Erst später (1895) wurde von Monticelli eine moderne Gastraeade (Pemmatodiscus) entdeckt, die vollkommen jener hypothetischen Ahnenform gleicht (Anthropogenie, 5. Aufl., S. 551, Fig. 287). Die heute noch lebenden einfachsten Formen der Spongien (Olynthus) und der Cnidarien (Hydra) unterscheiden sich von der hypothetischen Urform der Gastraea durch einige secundäre, später erworbene Merkmale.

Gastrocanal-System der Coelenterien. Die Klassen der niederen Thiere, die wir als Coelenterien (— oder als Coelenteraten im weiteren Sinne! —) zusammenfassen, stimmen darin

überein, daß die gesammten Thätigkeiten der Ernährung ausschließlich — oder doch größtentheils — durch ein einziges Organ-System vollzogen werden, das Gastrocanal-System oder Gastrovascular-System. Aus der gemeinsamen Stamm-Gruppe derselben, den Gastraeaden, haben sich drei verschiedene Stämme entwickelt: die Spongien, Cnidarien und Platoden. Gemeinsam sind allen diesen Coelenterien drei wichtige Merkmale: I. Das Darmrohr hat nur eine einzige Oeffnung, den Urmund, der zugleich zum Aufnehmen der Nahrung und zum Abgeben der unverdaulichen Stoffe dient; ein After fehlt noch. II. Eine besondere, vom Darmrohr geschiedene Leibeshöhle (Coeloma) fehlt noch. III. Ebenso fehlt ein Blutgefäßsystem noch vollständig. Alle Hohlräume, die im Körper dieser Niederthiere neben der verdauenden Darmhöhle noch vorkommen, sind directe Ausläufer oder Fortsetzungen derselben (— nur die Nephridien der Platoden ausgenommen —).

Gastrocanal-System der Spongien. Während bei der Stammgruppe der Gastraeaden der einfache verdauende Urdarm für sich allein die Ernährung besorgt, treten bei den übrigen Coelenterien noch andere Einrichtungen hinzu. Der eigenthümliche Stamm der Spongien (Schwämme oder Schwammthiere) zeichnet sich dadurch aus, daß die Wand der Magenbläschen von vielen kleinen Löchern durchbrochen wird. Durch diese strömt Wasser in den Körper ein und bringt die kleinen Nahrungstheilchen mit, die von den Geißelzellen des Entoderms aufgenommen und verdaut werden; durch die Mundöffnung (Osculum) tritt das Wasser wieder aus. Das bekannteste Beispiel der Spongien ist der gewöhnliche Badeschwamm (Euspongia officinalis), dessen gereinigtes Hornskelett wir täglich zum Waschen benutzen. Bei diesem, wie bei den meisten Schwämmen, ist der massige, unregelmäßig gestaltete Körper von vielen verästelten Canälen durchzogen, an denen Tausende kleiner Bläschen ansitzen, durch Multiplikation aus dem einfachen Darmbläschen des Urschwammes (Olynthus) entstanden. Jede von diesen kleinen „Geißelkammern" ist eigentlich eine kleine Gastraea, eine „Person" einfachster Art (vergl. Kapitel 7, S. 187); man kann daher den ganzen Spongien-Körper als einen Gastraeaden-Stock (Cormus) auffassen.

Gastrocanal-System der Cnidarien. Der formenreiche Stamm der Nesselthiere bietet eine lange Reihe von Entwickelungsstufen, von sehr kleinen und einfachen bis zu sehr großen und zusammengesetzten Formen. Wenige bleiben auf einer so niederen Stufe stehen, wie unser gemeiner grüner Süßwasser-Polyp (Hydra viridis), der sich von der Gastraea nur durch einige Gewebs-Differenzirungen unterscheidet, sowie durch Bildung eines Fühlerkranzes um den Mund. Die meisten Polypen bilden Stöcke (Cormi), indem die einfache Person Knospen treibt und diese mit dem Mutterthier vereinigt bleiben. Bei diesen, wie bei allen stockbildenden Thieren, ist die Ernährung communistisch; alle Nahrung, die die einzelnen Personen aufnehmen und verdauen, wird durch Röhren in die gemeinsame Stockmasse geleitet und gleichmäßig vertheilt. Bei allen größeren Nesselthieren verdickt sich die Leibeswand und wird von verästelten Gastrocanälen durchzogen; sie führen die ernährende Flüssigkeit nach allen Körpertheilen hin. (Kunstformen der Natur, Taf. 8—98.)

Gastrocanal-System der Platoden (Kf. 75). Während die Grundform der Person bei den Nesselthieren strahlig bleibt (bedingt durch den Kranz radialer Fangarme oder Fühler, die den Mund umgeben), wird dieselbe zweiseitig-symmetrisch oder bilateral bei den Plattenthieren oder „Plattwürmern" (Platodes, Plathelminthes). Auch in diesem Thierstamm stehen die niedersten Formen, die Platodarien (auch Cryptocoelen oder Acoelen genannt) noch sehr nahe der Gastraea. Die meisten Platoden aber zeichnen sich vor den übrigen Coelenterien durch Bildung von ein Paar Nephridien (Nierencanälen oder Wassergefäßen) aus, dünnen Röhren, die als Excretions-Organe die unbrauchbaren Producte des Stoffwechsels, den Harn, aus dem Körper zu entfernen haben. Damit tritt ein zweites Ernährungsorgan zu dem ersten, dem Darmrohr, hinzu. Dieses selbst bleibt bei den niederen Platoden noch sehr einfach; meistens entwickelt sich durch Einstülpung des Mundes ein Schlundrohr (Pharynx), wie bei den Korallen; und wie bei diesen wachsen auch bei den größeren Strudelwürmern (Turbellaria) und Saugwürmern (Trematodes) aus dem Magen verästelte Canäle hervor, die den Nahrungssaft aus dem Magen in die entfernteren Körperteile hinleiten. Dagegen wird der Darm ganz rückgebildet bei den Bandwürmern (Cestodes); da diese Schmarotzer im Darm oder in anderen Körpertheilen von Wohnthieren

sich aufhalten, können sie ihren Nahrungssaft unmittelbar aus deren Säften durch die Hautoberfläche aufnehmen.

Ernährung der Coelomarien (Bilaterata). Von den einfach gebauten Niederthieren (Coelenterien) unterscheiden sich die höher organisirten Oberthiere (Coelomarien) in erster Linie durch viel größere Zusammensetzung in Bau und Thätigkeit ihres Ernährungs-Apparates. Gewöhnlich sind dessen Functionen hier auf vier Organgruppen vertheilt, die bei den Coelenterien noch nicht gesondert sind, nämlich: I. Verdauungsorgane (Darm-System); II. Kreislaufsorgane (Blutgefäß-System), III. Athmungsorgane (Respirations-System) und IV. Ausscheidungsorgane (Nieren-System). Ferner besitzt der Darmcanal bei den Coelomarien gewöhnlich zwei Oeffnungen: Mund und After. Endlich findet sich bei den Oberthieren allgemein eine besondere Leibeshöhle (Coeloma); diese ist vom Darmcanal, der in ihr aufgehängt ist, ganz getrennt und dient zur Production der Geschlechtszellen; sie entsteht im Keime dadurch, daß ein paar Säcke (Coelomtaschen) in der Nähe des Urmundes sich vom Darm ausstülpen und abschnüren; beide Taschen berühren sich und fließen durch Auflösung ihrer Scheidewand zusammen; wenn ein Theil der Scheidewand erhalten bleibt, dient sie dazu, um als Gekröse (Mesenterium) den Darm an der Leibeswand zu befestigen. Sehr einfach verhalten sich die vier Gruppen der Ernährungsorgane noch bei den niedersten und ältesten Coelomarien, den Wurmthieren (Vermalia); bei den übrigen höheren Thierstämmen hingegen, die wir von diesen ableiten, zeigen sie vielfach verschiedene und oft complicirte Verhältnisse.

Verdauungs-Organe der Coelomarien. Bei der großen Mehrzahl der Obertiere bildet das Darmsystem einen stark differenzirten Apparat, der in ähnlicher Weise, wie beim Menschen, aus vielen verschiedenen Organen zusammengesetzt ist. Die Nahrung wird meistens durch den Mund aufgenommen und durch die Kiefer oder Zähne zerkleinert, durch Speichel eingeweicht, den die Speicheldrüsen der Mundhöhle liefern. Aus dieser letzteren tritt der Speisebrei beim Verschlucken in den

Schlund, der oft drüsige Anhänge besitzt, und von da durch die enge Speiseröhre in den Magen. Dieser wichtigste Theil des Verdauungs-Apparates ist oft in mehrere Abtheilungen geschieden, von denen die eine (Kaumagen) mit Zähnen bewaffnet und zur weiteren Zerkleinerung fester Bissen geeignet ist, die andere hingegen (Drüsenmagen) den lösenden Magensaft liefert. Nunmehr tritt der dünnflüssige Speisebrei (Chylus) in den Dünndarm (Ileum), der zu dessen Auffaugung dient und gewöhnlich den längsten Abschnitt des Darmrohrs darstellt. In den Dünndarm münden vielfach verschiedene Verdauungsdrüsen ein; die wichtigste von ihnen ist die Leber. Oft ist der Dünndarm scharf abgesetzt von dem Dickdarm (Colon), dem letzten Hauptabschnitt des Darmrohrs; auch in diesen münden mannigfache Drüsen und Blinddärme ein; sein Endtheil wird als Mastdarm (Rectum) unterschieden und entfernt die unverdaulichen Bestandtheile der Nahrung (Koth oder Fäcalien) durch die Afteröffnung.

Dieser allgemeine „Bauplan" des Verdauungs-Systems, der den meisten Coelomarien in den Grundzügen gemeinsam ist, wird in den einzelnen Gruppen derselben auf das Mannigfaltigste modificirt und den verschiedenen Ernährungs-Bedingungen angepaßt. Die einfachsten Verhältnisse zeigen viele Wurmthiere (Vermalia); ihre niedersten Formen, die Räderthierchen, und besonders die Gastrotrichen schließen sich noch eng an ihre Platoden-Ahnen an, die Turbellarien. Die höheren typischen Thierstämme, die wir von jenen ableiten, sind zum Theil durch besondere Einrichtungen ausgezeichnet. So besitzen die Weichthiere (Mollusca) einen sehr charakteristischen Kau-Apparat; auf ihrer Zunge liegt eine harte, mit vielen Zähnen bewaffnete Reibeplatte (Radula), die gegen einen harten Oberkiefer gerieben wird und so die feste Nahrung zerkleinert. Bei den meisten Gliederthieren (Articulata) wird diese Arbeit durch seitliche Kiefer besorgt, die aus harten Chitin-Stäben bestehen und umgewandelte Beine darstellen. Die Wirbelthiere (Vertebrata) und die nächst verwandten Mantelthiere (Tunicata) zeichnen sich dadurch aus, daß der erste Abschnitt des Darmrohrs (Kopfdarm) in einen charakteristischen Athmungs-Apparat (Kieme) verwandelt ist. Die Ausbildung der einzelnen Abschnitte des Darmcanals ist aber auch innerhalb der kleineren Gruppen der Coelomarien (Ordnungen und Familien) oft sehr verschieden, da sie in hohem Maße von der Beschaffenheit der Nahrung und den Bedingungen ihrer Aufnahme und Verarbeitung abhängt. Den meisten Aufwand

an mechanischer und chemischer Arbeit erfordert voluminöse feste Pflanzennahrung; daher ist der Darmcanal mit seinen zahlreichen Anhängen am längsten und complicirtesten bei den pflanzenfressenden Schnecken, blattfressenden Insecten und grasfressenden Wiederkäuern. Umgekehrt ist derselbe am kürzesten und einfachsten bei parasitischen Coelomarien, die ihre flüssige Nahrung fertig zubereitet aus dem Darminhalt des Wohnthieres erhalten, in dem sie leben; hier kann der Darm zuletzt wieder ganz rückgebildet werden; so bei den Kratzwürmern (Acanthocephala) unter den Vermalien, bei den Wunderschnecken (Entoconcha) unter den Mollusken, bei den Sackkrebsen (Sacculina) unter den Crustaceen.

Kreislaufs-Organe der Coelomarien (Blutgefäße). Je größer der Körperumfang und je mehr zusammengesetzt die Organisation der höheren Thiere wird, desto mehr wird eine geordnete und regelmäßige Vertheilung der ernährenden Flüssigkeit an alle einzelnen Körpertheile erforderlich. Während bei den Coelenterien diese Aufgabe durch die Darmgefäße oder Gastrocanäle erfüllt wird (Canäle, die als Seitenzweige vom Darm abgehen und mit dessen Höhle in Verbindung stehen), wird dieselbe in vollkommenerer Weise bei den Coelomarien durch die Blutgefäße ausgeführt (Vasa sanguifera). Diese Canäle communiciren nicht direct mit dem Darmcanal, sondern entstehen unabhängig von demselben im umgebenden Parenchym des Mesoderms; sie nehmen die filtrirte und chemisch verbesserte Nahrungsflüssigkeit auf, die durch die Darmwände durchschwitzt (transsudirt) und führen dieselbe als Blut in alle Körpertheile. Meistens enthält dieses Blut Millionen von Zellen, die für den Stoffwechsel von großer Bedeutung sind. Die Blutzellen der niederen Coelomarien sind meistens farblos (Leucocyten), die der Wirbelthiere meistens roth gefärbt (Rhodocyten).

Zur Fortbewegung der Blutflüssigkeit dient bei den meisten Coelomarien ein Herz, ein contractiler Schlauch, der sich mittelst seiner muskulösen Wand regelmäßig zusammenzieht und pulsirt und aus der localen Verdickung eines Hauptgefäßes entstanden ist. Ursprünglich sind zwei solche Hauptgefäße in der Darmwand entwickelt, ein dorsales in der oberen, ein ventrales in der unteren Wand (so bei vielen Vermalien). Aus dem dorsalen oder Rückengefäß entwickelt sich das Herz bei den Weichthieren und Gliederthieren, dagegen aus dem ventralen oder Bauchgefäß bei den Mantelthieren und Wirbelthieren. Als Arterien oder Schlagadern werden diejenigen Gefäße

bezeichnet, die das Blut vom Herzen wegführen; als Venen oder Blutadern diejenigen, die dasselbe aus dem Körper zum Herzen zurückführen. Die feinsten Äste der beiderlei Gefäße, die sie in directe Verbindung setzen, heißen Haargefäße, Capillaren; sie vermitteln durch Osmose unmittelbar den Stoffaustausch in den Geweben. In die innigste Wechselbeziehung oder Correlation treten die Blutgefäße zu den Athmungsorganen.

Athmungs-Organe der Coelomarien (Respirations-System). Der Gaswechsel des Organismus, den man als Athmung oder Respiration bezeichnet — die Zufuhr von Sauerstoff und Abfuhr von Kohlensäure — erfordert bei den Niederthieren noch keine besonderen Organe; sie wird hier durch Epithelzellen besorgt, die die Oberfläche des Körpers bekleiden, das Ektoderm der äußeren Hautdecke, das Entoderm der inneren Darmdecke. Da fast alle diese Coelenterien im Wasser leben oder (als Parasiten) in Flüssigkeiten, die Luft gelöst enthalten, und da diese beständig in das Innere aufgenommen und wieder abgegeben werden, so wird damit zugleich der Gaswechsel besorgt. Bei den Oberthieren dagegen ist dies nur selten der Fall, nur bei sehr kleinen und einfach gebauten Formen (Räderthierchen und andere Vermalien, kleinste Formen der Weichthiere und Gliederthiere). Die Mehrzahl dieser Coelomarien erreicht eine bedeutende Körpergröße und erfordert daher besondere Organe, die in beschränktem Raum eine größere Oberfläche für den Gaswechsel darbieten und als localisirte Respirations-Organe eine sehr beträchtliche chemische Arbeit leisten. Je nach dem umgebenden Medium zerfallen dieselben in zwei Gruppen: Kiemen zur Wasserathmung und Lungen zur Luftathmung; letztere nehmen den Sauerstoff unmittelbar aus der Atmosphäre auf, erstere aus dem Wasser, in dem atmosphärische Luft gelöst ist.

Wasser-Athmung der Coelomarien. Die Werkzeuge der Wasser-Athmung, die man als Kiemen (Branchiae) bezeichnet, sind im Allgemeinen verdünnte Theile oder Fortsätze der äußeren Haut oder der inneren Darmhaut; danach unterscheidet man als zwei Hauptformen äußere und innere Kiemen. Beide werden reichlich mit Blutgefäßen versorgt, die das Blut aus dem Körper behufs des Gaswechsels zuführen. Hautkiemen oder äußere Kiemen sind vorzugsweise bei Wirbellosen entwickelt, in Form von Fäden, Kämmen, Blättern, Pinseln, Federbüschen, die als locale Fortsätze der äußeren Haut vom

Ektoderm überzogen werden und eine große Oberfläche für den Gasaustausch zwischen Körper und Wasser darbieten. Bei den Weichthieren sind meistens ein Paar solcher kammförmiger Kiemen in der Nähe des Herzens gelagert; bei den Gliederthieren zahlreiche Paare, an den einzelnen Segmenten wiederholt. Darmkiemen oder innere Kiemen sind den Wirbelthieren und den nächstverwandten Mantelthieren eigenthümlich, sowie einer kleinen Gruppe von Vermalien, den Enteropneusten. Hier ist der Vorderdarm oder Kopfdarm in einen Kiemenkorb verwandelt, dessen Wand von Kiemenspalten durchbrochen wird; durch die äußern Oeffnungen dieser Spalten tritt das Athemwasser wieder aus, das durch den Mund aufgenommen wurde. Bei den niederen, wasserbewohnenden Wirbelthieren (Acraniern, Cyclostomen und Fischen) sind die Kiemen die einzigen Athmungsorgane; bei den höheren, luftbewohnenden treten sie außer Dienst, und an ihre Stelle treten die Lungen. Trotzdem bleiben durch zähe Vererbung 3—5 Paar Kiemenspalten beim Embryo allgemein in der Anlage bis zum Menschen hinauf erhalten, obgleich sie ihre Function längst verloren haben — eine der interessantesten palingenetischen Thatsachen, die die Abstammung der Amnioten (— mit Inbegriff des Menschen —) von Fischen beweisen.

Durch eigenthümliche Verhältnisse der Athmung ist der Stamm der meerbewohnenden Sternthiere (Echinoderma) ausgezeichnet; sie besitzen im Körper eine ausgedehnte Wasserleitung, die durch besondere Oeffnungen (Hautporen oder Madreporiten) das Seewasser aufnimmt und abgibt. Die zahlreichen Aeste dieser Wassergefäße oder Ambulacral-Gefäße füllen namentlich die kleinen Fühler oder Füßchen mit Wasser, die zu Tausenden aus der Haut hervortreten; sie dienen gleichzeitig zur Ortsbewegung, zum Fühlen und Athmen. Außerdem besitzen aber viele Sternthiere noch besondere Kiemen: die Seesterne kleine fingerförmige Hautkiemen auf dem Rücken, die Seeigel besondere blattförmige Ambulacral-Kiemen, die Seegurken innere Darmkiemen (baumförmig verästelte innere Ausstülpungen des Enddarms).

Luft-Athmung der Coelomarien. Die Organe der Luftathmung werden im Allgemeinen als Lungen (Pulmones) bezeichnet; gleich den Werkzeugen der Wasserathmung werden auch sie bald von der äußeren, bald von der inneren Körperdecke geliefert. Hautlungen oder äußere Lungen besitzen verschiedene Gruppen von Wirbellosen; unter den Mollusken haben die landbewohnenden Lungenschnecken

durch Arbeitswechsel der Kiemenhöhle einen Lungensack erworben; unter den Gliederthieren zeichnen sich die Lungenspinnen und die Skorpione durch den Besitz von zwei oder mehreren „Tracheenlungen" aus, d. h. Hautsäcken, in denen viele Tracheen-Blätter fächerförmig eingeschlossen sind. Bei den übrigen luftathmenden Gliederthieren (Tracheaten) finden sich an deren Stelle einfache oder verzweigte, oft büschelförmig angeordnete Luftröhren (Tracheae), die sich im ganzen Körper ausbreiten und die Luft den Geweben direkt zuführen. Sie nehmen die Luft von außen durch besondere Luftlöcher der Hautdecke auf: Stigmata oder Spiracula. Die Tausendfüße und Insekten besitzen meist zahlreiche Luftlöcher, die Spinnen nur ein oder zwei, seltener vier Paar. Wenn diese Luftrohrthiere sich wieder dem Wasserleben secundär anpassen (wie es bei vielen Insecten-Larven verschiedener Ordnungen geschieht), so schließen sich die äußeren Luftlöcher, und es bilden sich neue, fadenförmige oder blattförmige „Tracheen-Kiemen", welche die Luft aus dem umgebenden Wasser osmotisch abscheiden. Die ältesten und niedersten Tracheaten sind die Urluftrohrthiere oder Protracheaten, die den Uebergang von den älteren Anneliden zu den Myriapoden vermitteln, die Peripatiden; sie haben zahlreiche Büschel von kurzen Luftröhren in der ganzen Haut vertheilt und beweisen klar, daß dieselben durch Arbeitswechsel aus einfachen Hautdrüsen entstanden sind.

Darmlungen oder innere Lungen besitzen nur die höheren Wirbelthiere, die man als Vierfüßer (Tetrapoda oder Quadrupeda) zusammenfaßt, die Amphibien und Amnioten, sowie deren fischartige Vorfahren, die Dipneusten. Diese „inneren Lungen" sind sackförmige Ausstülpungen des Vorderdarms, ursprünglich durch Arbeitswechsel aus der Schwimmblase (Nectocystis) der Fische entstanden. Diese luftgefüllte Blase, ein sackförmiger Anhang des Schlundes, dient bei den Fischen nur als hydrostatisches Organ, durch Veränderung des specifischen Gewichts; wenn der Fisch untersinken will, drückt er die Schwimmblase zusammen und wird schwerer; durch Ausdehnung derselben steigt er wieder in die Höhe. Indem die Blutgefäße in der Wand der Schwimmblase sich dem Gaswechsel anpaßten, entstand die Lunge. Bei den ältesten, noch lebenden Lungenfischen (Ceratodus) ist sie noch ein einfacher Sack (= Einlunger, Monopneumones); bei den übrigen spaltet sich die einfache Schlund-Ausstülpung frühzeitig in ein Paar Säcke (= Zweilunger, Dipneumones).

Indem deren Stiel sich lang auszieht und mit Knorpelringen umgibt, entsteht die Luftröhre (Trachea, nicht zu verwechseln mit den gleichnamigen Organen der Tracheata!). Am vorderen Ende der Luftröhre sondert sich schon bei den Amphibien der Kehlkopf (Larynx), das wichtige Organ der Stimme und Sprache.

Ausscheidungs-Organe (Nieren, Nephridia). Die Thätigkeit der Abscheidung unbrauchbarer Stoffe ist für den Organismus nicht minder wichtig, als die Athmung; wie durch die letztere die giftige Kohlensäure, so werden durch erstere flüssige und feste Excrete entfernt, die man im Allgemeinen als Harn (Urina) bezeichnet; theils sind dieselben sauer (Harnsäure, Hippursäure u. s. w.), theils alkalisch (Harnstoff, Guanin u. s. w.). Bei den meisten Coelenterien sind besondere Organe für deren Abscheidung überflüssig, da der beständige, den ganzen Körper durchziehende Wasserstrom dieselbe mit besorgt (ebenso wie die Athmung). Aber schon bei den Plattenthieren entwickeln sich als wichtige Excretions-Organe die Nephridien, ein Paar einfache oder verzweigte laterale Canäle, die beiderseits des Darms liegen und nach außen münden. Diese „Urnierencanäle" vererben sich von den Platoden auf die Vermalien, und von diesen auf die höheren Stämme der Coelomarien; sie öffnen sich hier meistens durch besondere Flimmertrichter innen in die Leibeshöhle, die zunächst als Sammelgefäß für den Harn dient. Ihre äußere Oeffnung geschieht bald (primär) hinten durch die äußere Haut (Excretions-Poren), bald (secundär) in den Enddarm, und von da durch den After. Unter den Gliederthieren zeichnen sich die ältesten, die Anneliden, dadurch aus, daß sich in jedem Segmente des gegliederten Körpers ein Paar Nephridien wiederholen; jeder Nieren-Canal oder „Segmental-Canal" besteht aus drei Abschnitten, einem inneren Flimmertrichter, der in die Leibeshöhle mündet, einem mittleren drüsigen Theil und einem äußeren Harnbläschen, das durch seine Contraction den Harn nach außen entleert. Sehr ähnlich ist auch die Anlage des Nierensystems bei den innerlich gegliederten Wirbelthieren; bald aber treten hier verwickeltere Bildungen auf, ein Paar compacte Nieren (Renes), die aus vielen verästelten Nephridien zusammengesetzt sind. Als drei phylogenetische Entwicklungsformen folgen hier auf einander drei Generationen von Nieren, vorn die primäre Vorniere (Protonephros), mitten die secundäre Urniere (Mesonephros), hinten die tertiäre Nachniere (Metanephros); letztere gelangt nur bei den drei höheren

Vertebraten-Klassen: Reptilien, Vögeln und Säugethieren zur Ausbildung. Ein Paar compacte Nieren besitzen auch die **Mollusken**; dieselben entwickeln sich aus ein Paar Nephridien, deren Flimmertrichter innen in den Herzbeutel (den Rest der reducirten Leibeshöhle) münden; hinten münden sie nach außen. Auch die Crustaceen haben meistens nur ein Paar Nierencanäle. Dagegen besitzen die Protracheaten (die Stammformen der Luftrohrthiere) segmentale Nephridien, ein Paar in jedem Gliede, Erbstücke von den Anneliden-Ahnen. Die übrigen Tracheaten, die Tausendfüße, Spinnen und Insecten, haben statt deren sogenannte „Malpighische Röhren", schlauchförmige Drüsen, die aus dem ektodermalen Enddarm entspringen, bald ein oder wenige Paare, bald sehr zahlreiche in einem Büschel.

Saprositismus. Während die große Mehrzahl der Pflanzen rein plasmodome, die der Thiere plasmophage Ernährungsweise hat, giebt es doch in beiden organischen Reichen viele (namentlich niedere) Arten, deren Stoffwechsel durch Beziehungen zu anderen Organismen besondere Formen angenommen hat. Dahin gehören namentlich die Saprositen und Parasiten. **Saprositen** nennen wir diejenigen Pflanzen und Thiere, die sich ausschließlich oder überwiegend von zerfallenden Leichen anderer Organismen nähren, von den Zersetzungsproducten, die für höhere Lebensformen keine genügende Nahrung liefern. Unter den einzelligen Protisten gehören dahin namentlich zahlreiche Bakterien, aber auch viele Fungillen (oder Phycomyceten), unter den Gewebpflanzen die **Pilze** (Myceten, Fungi), unter den Gewebthieren die **Schwämme** (Spongiae). Die vielfachen Eigenthümlichkeiten im Stoffwechsel der überall verbreiteten Bakterien sind oben bereits erwähnt; während viele von ihnen Fäulniß und Verwesung hervorrufen, nähren sie sich zugleich von den dadurch zerstörten abgestorbenen Körpertheilen anderer Organismen. Die Pilze nähren sich großentheils von den verwesenden Pflanzenleichen und den Producten der Fäulniß, die sich im Humus anhäufen. Sie spielen damit als Reinigungs-Polizei eine ebenso große Rolle auf dem Boden des Festlandes, wie die Schwämme oder Spongien auf dem Boden des Meeres. Aber

auch verschiedene kleinere Gruppen von höheren Pflanzen und Thieren haben sich secundär dem Saprositismus angepaßt. Unter den Gewebpflanzen gelten als solche namentlich die Monotropeen (zu denen unser einheimischer „Fichtenspargel", Monotropa hypopitys, gehört), ferner manche Orchideen (Neottia, Coralliorrhiza). Da sie ihr Plasma direct aus den Verwesungs-Bestandtheilen des Humus im Waldboden aufnehmen, haben sie das Chlorophyll und somit die grünen Blätter verloren. Unter den Gewebthieren nähren sich von verwesenden Substanzen namentlich viele Vermalien, aber auch höhere Metazoen, z. B. der Regenwurm, viele röhrenbewohnende Anneliden (Schlammfresser, Limicolae) u. A. Die Organe, welche die nächsten Verwandten derselben zum Aufsuchen, Zerkleinern und Verdauen geformter Nahrung brauchen (Augen, Kiefer, Zähne, Verdauungsdrüsen) haben diese Saprositen großenteils oder ganz verloren. Viele von ihnen bilden schon den Uebergang zu den Parasiten.

Parasitismus. Unter Parasiten oder Schmarotzern versteht die Biologie im engeren Sinne neuerdings nur diejenigen Organismen, welche auf anderen wohnen und von ihnen zugleich ihre Nahrung beziehen. Die Schaar derselben ist in allen Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs und Thierreichs groß, ihre Umbildung für die Entwickelungslehre von höchstem Interesse. Denn kein anderes Verhältniß wirkt auf den Organismus so tief umbildend ein wie die Anpassung an die schmarotzende Lebensweise. Auch läßt sich nirgends so schön der Gang der Rückbildung, der dadurch hervorgerufen wird, Schritt für Schritt verfolgen und die mechanische Natur dieses Processes so einleuchtend nachweisen. Die Lehre von den Schmarotzern oder die Parasitologie gehört daher zu den wichtigsten Stützen der Descendenz-Theorie und liefert in Fülle die schlagendsten Beweise für die vielumstrittene Vererbung erworbener Eigenschaften.

Parasitische Protisten. Unter den einzelligen Organismen sind durch vielfältige Anpassung an parasitische Lebensweise

vor Allen die Bakterien ausgezeichnet. Da wir diese kernlosen Protozoen zu den ältesten und einfachsten Organismen rechnen und sie unmittelbar durch Metasitismus (S. 247) von plasmodomen Chromaceen ableiten, ist es sehr wahrscheinlich, daß die Anpassung an schmarotzende Lebensweise schon sehr frühzeitig in der organischen Erdgeschichte begonnen hat. Schon ein Theil der Moneren (— zu denen wir die Bakterien wegen Mangels eines Zellkerns rechnen müssen —) fand es bequemer und vortheilhafter, sich auf anderen Protisten anzusiedeln und deren Plasma direct zu assimiliren, statt die mühsame Arbeit der Carbon-Assimilation nach erblicher Methode fortzusetzen. Dasselbe gilt von der großen Klasse der Sporozoen oder Fungillen (Gregarinen, Coccidien u. s. w.), echten kernhaltigen Zellen, die in verschiedenster Weise dem Schmarotzerleben sich angepaßt haben. Viele leben als Endoparasiten im Darm, im Coelom oder anderen Organen höherer Thiere (die Gregarinen besonders in Gliederthieren); andere in den Geweben (z. B. die Sarcosporidien im Muskelfleisch der Säugethiere, die Coccidien und Myxosporidien in der Leber von Wirbelthieren). Sehr viele sind „Zellparasiten" und leben im Innern von Zellen anderer Thiere, die sie zerstören; so die Haemosporidien, die die Blutzellen des Menschen vernichten und dadurch Wechselfieber veranlassen.

Parasitische Gewebpflanzen. Unter den vielzelligen Metaphyten sind es vor Allen die Pilze (Mycetes oder Fungi), die sich in vielfältigsten Formen der schmarotzenden Lebensweise angepaßt haben. Viele von ihnen gehören bekanntlich zu den schädlichsten Feinden höherer Thiere und Pflanzen; die einzelnen Pilz-Arten rufen bestimmte Krankheiten hervor, indem sie durch chemische Veränderungen auf das Gewebe ihrer Wirthe giftig einwirken. Allbekannt ist, wie unsere wichtigsten Kulturpflanzen, Wein, Kartoffeln, Korn, Caffee u. s. w. durch Pilzkrankheiten in ihrer Existenz bedroht werden; dasselbe gilt aber auch von vielen niederen und höheren Thieren. Wahrscheinlich sind die Pilze polyphyletisch durch Metasitismus aus Algen hervorgegangen.

Unter den höheren Gewebpflanzen findet sich Parasitismus in vielen sehr verschiedenen Familien, namentlich Orchideen, Rhinanthaceen (Orobanche, Lathraea), Convolvulaceen (Cuscuta), Aristolochiaceen, Loranthaceen (Viscum, Loranthus), Rafflesiaceen u. A. Durch Convergenz oder Angleichung (— d. h. gleichartige Anpassung an das Schmarotzerleben —) werden diese verschiedenen Blumenpflanzen oft sehr ähnlich; sie verlieren die grünen Blätter, deren plasmodomes Chlorophyll sie nicht mehr nöthig haben; Rudimente der Blätter bleiben oft als farblose Schuppen bestehen. Zum Festhaften an den Wohnpflanzen und Eindringen in deren Gewebe entwickeln sich besondere Haft-Apparate (Haustorien, Saugnäpfe, Ranken). Auch Stengel und Wurzel werden in eigenthümlicher Weise umgebildet. Die ganze Productionskraft dieser Schmarotzerpflanzen wirft sich auf die Geschlechtsorgane; Rafflesia hat die größte aller Blumen, von einem Meter Durchmesser.

Parasitische Gewebthiere. Noch häufiger und interessanter als bei den Metaphyten tritt Parasitismus bei den Metazoen auf, und zwar in allen Stämmen derselben. Am wenigsten dazu disponirt sind die Weichthiere und Sternthiere, am meisten die Plattenthiere, Wurmthiere und Gliederthiere. Schon unter den Gastraeaden, der gemeinsamen Stammgruppe aller Gewebthiere, finden sich Parasiten (Kyemarien und Gastremarien)*); der Schutz, den sie im Innern ihrer Wohnthiere finden, ist wahrscheinlich die Ursache, daß diese ältesten Metazoen sich bis heute unverändert erhalten haben. Unter den Spongien und Cnidarien sind echte Parasiten nicht zahlreich. Um so häufiger sind sie unter den Plattenthieren oder Platoden; die Saugwürmer (Trematodes) leben theils äußerlich (als Ectoparasiten) auf anderen Thieren, theils im Innern derselben (als Endoparasiten) und veranlassen viele wichtige Krankheiten derselben; sie haben das Flimmerkleid ihrer frei lebenden Turbellarien-Ahnen verloren und dafür Haft-

*) Anthropogenie, 5. Aufl., 1903. Bd. II, S. 550.

Apparate erworben. Die Bandwürmer (Cestodes), die ganz im Innern anderer Thiere leben, und die von den Saugwürmern abstammen, haben auch deren Darmcanal eingebüßt; sie ernähren sich mittelst Imbibition durch die Hautdecke. Die gleiche Rückbildung zeigen unter den Vermalien die Kratzwürmer (Acanthocephala), unter den Mollusken die parasitischen Wunderschnecken (Entoconcha), unter den Crustaceen die Wurzelkrebse (Rhizocephala, Kunstformen der Natur, Tafel 57).

Die Klasse der Krustenthiere liefert überhaupt die zahlreichsten und lehrreichsten Beispiele für die Rückbildung durch Parasitismus, weil derselbe hier polyphyletisch in sehr verschiedenen Ordnungen und Familien auftritt und weil ihr hochorganisirter Körper in den verschiedensten Organen alle Stufen der Degeneration im Zusammenhange zeigt. Die freilebenden Crustaceen haben meistens sehr schnelle und geschickte Ortsbewegung; ihre zahlreichen Beine sind gut gegliedert und den verschiedensten Formen der Locomotion in ausgezeichneter Weise angepaßt (zum Laufen, Schwimmen, Klettern, Graben u. s. w.); ihre scharfen Sinneswerkzeuge sind hoch entwickelt. Da dieselben im Schmarotzerleben nicht mehr gebraucht werden, verkümmern sie und gehen allmählich ganz zu Grunde. Die jugendlichen Crustaceen gehen alle aus derselben charakteristischen Keimform des Nauplius hervor und schwimmen frei umher; erst später, wenn sie sich festsetzen und der schmarotzenden Lebensweise anpassen, verkümmern Sinnes- und Bewegungs-Organe. Wie schon vor 40 Jahren der treffliche Fritz Müller-Desterro in seiner berühmten kleinen Schrift „Für Darwin" (1864) gezeigt hat, liefert damit die Crustaceen-Klasse die einleuchtendsten Beweise für die Descendenz- und Selections-Theorie, für die progressive Vererbung und das biogenetische Grundgesetz. Diese Thatsachen sind um so bedeutungsvoller, als in vielen verschiedenen Ordnungen und Familien der Krebse sich die Rückbildung durch Schmarotzerleben in ähnlicher Weise wiederholt und durch Convergenz ähnliche Formen hervorgebracht hat.

Symbiose. Vom Parasitismus wesentlich verschieden ist dasjenige innige Zusammenleben von zwei verschiedenen Organismen, welches man als Symbiose oder Mutualismus bezeichnet. Hier findet ein Consortium von zwei Lebewesen zu gegenseitigem Nutzen statt, während beim Parasitismus bloß der Schmarotzer Nutzen von seinem Wirthe zieht. Symbiose findet sich schon unter den Protisten, weit verbreitet bei den Radiolarien. In der Gallerthülle (Calymma), die die Centralkapsel ihres einzelligen Körpers umschließt, liegen meistens unbeweglich zahlreiche gelbe Zellen zerstreut (Zooxanthellen). Diese sind Protophyten oder sogenannte „einzellige Algen" aus der Klasse der Paulotomeen (Palmellaceen); sie genießen Schutz und Wohnung von Seiten der Radiolarien, wachsen plasmodom und vermehren sich rasch durch Theilung; ein großer Theil des Stärkemehls und des Plasma, das sie durch Carbon-Assimilation neu bilden, wird von dem Radiolarien-Wirthe direct als Nahrung (als Miethzins) aufgenommen, während der andere Theil der Xanthellen munter weiter wächst und sich vermehrt. Aehnliche gelbe „Zooxanthellen" oder grüne Zoochlorellen kommen auch als Symbionten im Gewebe vieler niederer Thiere vor. Unser gemeiner Süßwasser-Polyp (Hydra viridis) verdankt seine grüne Farbe den Zoochlorellen, welche in großer Zahl die Geißelzellen seines Entoderms (des verdauenden Darm-Epithels) bewohnen. Im Allgemeinen ist sonst die Symbiose bei Gewebthieren seltener als bei Gewebpflanzen. Hier wird sie die Grundlage für eine ganze Pflanzenklasse: die Flechten (Lichenes). Jede Flechte besteht aus einer plasmodomen Pflanze (bald Protophyt, bald Alge) und aus einem plasmophagen Pilze; letzterer liefert Wohnung, Schutz und Wasser für die grüne Alge, die ihm dafür neue Nahrungsstoffe bereitet.

Achte Tabelle.

Gegensatz des Stoffwechsels im Pflanzenreich und Thierreich.

Metabolismus des Pflanzenreichs.	Metabolismus des Thierreichs.
Die Pflanze arbeitet überwiegend synthetisch und reducirend: **Plasmodomie**, Aufbau lebendiger Substanz.	Das Thier arbeitet vorzugsweise analytisch und oxydirend: **Plasmophagie**, Zerfall lebendiger Substanz.
Die Pflanzen, mit **Carbon-Assimilation**, sind plasmodome Organismen.	Die Thiere, mit **Albumin-Assimilation**, sind plasmophage Organismen.
I. Kernlose Protophyten. Plasmodome Moneren. Chromaceen. Oscillarien. Die einfachsten und ältesten Urpflanzen sind kernlose Plasma-Körner, die durch Carbon-Assimilation (mittelst Photosynthese) neues Plasma bilden.	**I. Kernlose Protozoen.** I. Plasmophage Moneren. Bakterien. Prolamoeben. Die einfachsten und ältesten Urthiere sind kernlose Plasma-Körner, die das Plasma anderer Organismen in sich aufnehmen (Albumin-Assimilation).
II. Kernhaltige Protophyten. (Algarien, Algetten.) Die meisten Urpflanzen sind kernhaltige Zellen, deren Cytoplasma durch Carbon-Assimilation wächst. Im Karyoplasma des Zellkerns wird die Erbmasse abgelagert (Heredive Accumulation durch progressive Vererbung).	**II. Kernhaltige Protozoen.** (Rhizopoden, Infusorien u. s. w.) Die meisten Urthiere sind kernhaltige Zellen, deren Cytosoma durch Albumin-Assimilation wächst. Die Rhizopoden nehmen geformte Nahrung durch die ganze Oberfläche des Körpers auf, die Infusorien durch einen bestimmten Zellenmund.
III. Zellpflanzen (Cytophyten). Die niederen Metaphyten (Algen, Moose) sind in den einfachsten Formen noch den Zellvereinen (Coenobien) der Protophyten nächstverwandt, Gesellschaften von gleichartigen plasmodomen Zellen. Den meisten Cytophyten fehlen noch Leitbündel.	**III. Niederthiere (Coelenterien).** Die niederen Metazoen (Gastraeaden, Spongien, Cnidarien, Platoden) besitzen ein einheitliches **Gastrocanal-System**, aus dem Urdarm der Gastraea entstanden. Keine Leibeshöhle, kein After, keine Blutgefäße.
IV. Gefäßpflanzen (Angiophyten). **Farne** (Pteridophyta) und **Blumenpflanzen** (Phanerogamae). Die Gefäßpflanzen, mit Wurzel, Stengel und Blättern ausgestattet, besitzen besondere Organe der Saftleitung (Leitbündel, Gefäßbündel).	**IV. Oberthiere (Coelomarien).** Wurmthiere, Sternthiere, Weichthiere, Gliederthiere, Mantelthiere, Wirbelthiere. **Leibeshöhle** (Coeloma) getrennt von der Darmhöhle. Meistens ein Darm mit Mund und After. Meistens Blutgefäße.

Elftes Kapitel.

Fortpflanzung.

Ungeschlechtliche und geschlechtliche Zeugung (Monogonie und Amphigonie). Liebe. Hermaphrodismus und Gonochorismus.

„Warum drängt sich das Volk so und schreit?
Es will sich ernähren, Kinder erzeugen und die
Nähren, so gut es vermag.
Fremdling, der du dies siehst, geh' hin und thue
desgleichen.
Weiter bringt es kein Mensch, stell' er sich, wie
er auch will."

Goethe.

„Einstweilen, bis den Bau der Welt
Philosophie zusammenhält,
Erhält sich das Getriebe
Durch Hunger und durch Liebe."

Schiller.

Inhalt des elften Kapitels.

Fortpflanzung und Urzeugung. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Ueberschüssiges Wachsthum. Monogonie. Selbsttheilung. Knospung. Sporenbildung. Amphigonie. Eizelle und Spermazelle. Zwitterbildung und Geschlechtstrennung. Hermaphrodismus und Gonochorismus der Zellen. Monoclinie und Diclinie. Monoecie und Dioecie. Wechsel der Geschlechtstheilung. Geschlechtsdrüsen der Histonen. Zwitterdrüsen. Geschlechtsleiter. Begattungsorgane. Parthenogenesis. Paedogenesis. Metagenesis. Heterogenesis. Strophogenesis. Hypogenesis. Hybridismus. Bastardzeugung und Species. Stufenleiter der Fortpflanzungsformen.

Literatur.

Alexander Braun, 1850. Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig.

Rudolf Leuckart, 1853. Zeugung, in Wagners Handwörterbuch der Physiologie Band IV. Leipzig.

Ernst Haeckel, 1866. Entwickelungsgeschichte der physiologischen Individuen (Naturgeschichte der Zeugungskreise). Generelle Morphologie der Organismen. II. Band, 17. Kapitel, S. 32—147.

Eduard Strasburger, 1872—1901. Befruchtungs-Vorgang bei den Phanerogamen, Angiospermen und Gymnospermen. Jena.

Hermann Müller, 1873. Befruchtung der Blumen durch Insecten. Leipzig.

Oscar Hertwig, 1886. Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte. 7. Aufl., 1902. (Mit reichen Literatur-Angaben.) Jena.

Richard Hertwig, 1891. Allgemeine Entwickelungsgeschichte. (Lehrbuch der Zoologie. 6. Aufl., 1903.)

Theodor Boveri, 1886—1902. Das Problem der Befruchtung. Jena.

Arnold Lang, 1901. Fortpflanzung der Protozoen. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. II. Protozoa. S. 162—281.

Eduard Strasburger, 1894. Lehrbuch der Botanik. 6. Aufl., 1904. Jena.

August Weismann, 1892. Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena.

Max Kassowitz, 1899. Vererbung und Entwickelung. II. Band der Allgemeinen Biologie. Wien.

Hugo de Vries, 1903. Elementare Bastardlehre. Zweiter Band der Mutationstheorie. Leipzig.

Eduard Westermark, 1893. Geschichte der menschlichen Ehe. Jena.

Wilhelm Bölsche, 1903. Das Liebesleben der Natur. Eine Entwickelungsgeschichte der Liebe. 3 Bände. Leipzig.

Wie die Ernährung die Selbsterhaltung des organischen Individuums, so bewirkt die Fortpflanzung die Fortdauer der organischen Species, d. h. derjenigen bestimmten Lebensform, die man als sogenannte „Art“ von allen ähnlichen unterscheidet. Alle Einzelwesen haben eine mehr oder weniger beschränkte Lebensdauer und verfallen nach Ablauf einer bestimmten Zeit dem Tode. Die zusammenhängende Kette von Individuen, die durch Fortpflanzung verbunden sind und zu einer Art gehören, macht es möglich, daß diese besondere Species-Form trotzdem lange Zeiträume hindurch sich dauernd erhält. Aber auch die Art ist vergänglich und hat kein „ewiges Leben“. Nachdem die Species eine längere oder kürzere Periode hindurch bestanden hat, stirbt sie entweder aus, oder sie geht durch Umbildung in andere Formen über.

Fortpflanzung und Urzeugung (Tocogonie und Archigonie). Die Entstehung neuer Individuen, die durch Fortpflanzung aus elterlichen Individuen hervorgehen, ist eine zeitlich beschränkte Naturerscheinung; sie kann nicht von Ewigkeit her auf unserem Planeten bestanden haben, da die Erde selbst nicht ewig ist, und da auch nach ihrer Entstehung noch lange Zeiträume hindurch die Bedingungen für die Existenz organischen Lebens auf derselben fehlten. Diese traten erst ein, nachdem die Oberfläche des gluthflüssigen Erdballs so weit abgekühlt war, daß sich tropfbar flüssiges Wasser auf derselben niederschlagen konnte. Erst dann konnte der Kohlenstoff diejenigen Verbindungen mit anderen Elementen (Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel) eingehen, die zur Bildung

des Plasma führten. Da wir diesen Vorgang der Urzeugung (Archigonia oder Generatio spontanea) in einem besonderen Kapitel (15) besprechen, sehen wir hier davon ab und beschränken uns auf die Untersuchung der Elternzeugung (Tocogonia oder Generatio parentalis).

Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung (Monogonie und Amphigonie). Die zahlreichen verschiedenen Formen, unter denen die Tocogonie oder Fortpflanzung der Lebewesen stattfindet, werden allgemein auf zwei große Gruppen vertheilt, einerseits die einfache Form der ungeschlechtlichen Zeugung (Monogonie), anderseits die zusammengesetzte Form der geschlechtlichen Zeugung (Amphigonie). Bei der ungeschlechtlichen Zeugung ist nur ein einziges Individuum thätig und giebt ein überschüssiges Wachsthumsproduct ab, das sich zu einem neuen Organismus entwickelt. Bei der geschlechtlichen Zeugung hingegen müssen zwei verschiedene Individuen sich vereinigen, um ein neues Lebewesen aus sich hervorgehen zu lassen. Diese Amphigonie (oder Generatio digenea) ist beim Menschen und den meisten höheren Thieren die einzige Art der Fortpflanzung. Dagegen findet sich bei vielen niederen Thieren und bei den meisten Pflanzen daneben noch die ungeschlechtliche Vermehrung, durch Theilung oder Knospenbildung, die Monogonie (oder Generatio monogenea). Bei den niedersten Organismen, den Moneren, ferner bei vielen Protisten, Pilzen u. A., ist letztere sogar die einzige Art der Propagation.

Genau genommen ist die Monogonie ein ganz allgemein verbreiteter Lebensvorgang; denn auch die gewöhnliche Zelltheilung, auf der das Wachsthum der Histonen beruht, ist Monogonie der Zellen. Daraus ergiebt sich für die historische Biologie die Ueberzeugung, daß die Monogonie die ältere und ursprünglichere Form der Elternzeugung war, und daß sich die Amphigonie erst später aus derselben entwickelt hat. Dies zu betonen ist deshalb wichtig, weil nicht allein viele ältere, sondern auch einzelne neuere Autoren die geschlechtliche Zeugung als eine allgemeine Lebensthätigkeit aller

Organismen ansehen und behaupten, daß sie ein ganz ursprünglicher Lebensvorgang von Anfang an gewesen sei.

Fortpflanzung und Wachsthum. Die zusammengesetzten und oft höchst verwickelten Erscheinungen der geschlechtlichen Zeugung, wie wir sie bei den höheren Organismen antreffen, werden uns verständlich, wenn wir sie mit den einfacheren Formen der ungeschlechtlichen Zeugung in den niederen Lebenskreisen kritisch vergleichen. Wir lernen dann einsehen, daß dieselben keine unbegreiflichen und übernatürlichen „Lebenswunder" sind, sondern natürliche physiologische Vorgänge, die gleich allen anderen sich auf einfache physikalische Kräfte zurückführen lassen. Diejenige Energie-Form, die aller Tocogonie zu Grunde liegt, ist das Wachsthum (Crescentia). Da nun diese Erscheinung als „Massenanziehung" ebenso auch die Entstehung der Krystalle und anderer anorganischer Individuen bewirkt, so ist damit wieder die Schranke entfernt, die man auch hier zwischen organischer und anorganischer Natur hat festhalten wollen. „Die Fortpflanzung ist eine Ernährung und ein Wachsthum des Organismus über das individuelle Maß hinaus, welche einen Theil desselben zum Ganzen erhebt" (Gen. Morph. II, S. 16). Dieses „Maß der individuellen Größe" ist bei jeder einzelnen Art durch zwei Verhältnisse bestimmt, einerseits die innere Constitution des Plasma, die durch Vererbung gegeben ist, andererseits die Abhängigkeit von den äußeren Existenz-Bedingungen, die die Anpassung regeln. Erst wenn diese Grenze überschritten wird, macht sich das andauernde überschüssige Wachsthum (Crescentia transgressiva) als „Fortpflanzung" geltend. Auch jede Krystall-Art hat eine bestimmte Grenze des Wachsthums; wenn diese überschritten wird, setzen sich neue Krystall-Individuen aus der Mutterlauge an das alte, nicht mehr wachsende Individuum an.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung (Monogonie). Die ungeschlechtliche oder monogene Tocogonie — die man auch als „vegetative Vermehrung" bezeichnet, wird stets von einem organischen Individuum für sich allein bewirkt und ist also nur auf dessen

überschüssiges Wachsthum zurückzuführen. Wenn dieses den ganzen Körper als totales Wachsthum betrifft und dieser in zwei oder mehr gleiche Stücke zerfällt, bezeichnet man die monogene Vermehrung als Theilung (Divisio). Wenn hingegen das Wachsthum ein partielles ist und nur einen Theil des Individuums betrifft, und wenn dieser bevorzugte Theil sich als Knospe (Gemma) vom zeugenden Individuum sondert, nennt man diesen Proceß Knospung (Gemmatio). Der Unterschied beider Zeugungsformen besteht also wesentlich darin, daß bei der Theilung das Elter (Parens) als Individuum zu Grunde geht und in der Bildung seiner Theilproducte (Kinder) aufgeht; diese sind von gleichem Alter und gleichem Formwerthe. Bei der Knospung dagegen bleibt das zeugende Elter als Individuum erhalten; es ist größer und älter als die jüngere Knospe. Dieser wichtige Unterschied zwischen Division und Gemmation, der oft übersehen wird, gilt ebenso für die Protisten (als Einzellige) wie für die Histonen (als Vielzellige). Die Thatsache, daß bei der Theilung das Individuum (— das „Untheilbare"! —) als solches vernichtet wird, widerlegt die Theorie von der „Unsterblichkeit der Einzelligen" (Weismann). (Vergl. oben S. 114 und „Welträthsel", 11. Kapitel.)

Selbsttheilung (Division). Die Fortpflanzung durch Theilung ist die weitaus häufigste von allen Formen der Vermehrung; denn sie ist nicht nur die normale Art der Monogonie bei zahlreichen Protisten, sondern auch bei den Gewebezellen, die die Gewebe der Histonen zusammensetzen. Sie ist ferner die einzige Vermehrungsform der meisten Moneren, sowohl der Chromaceen als der Bakterien, die deshalb häufig unter dem Begriffe der Spaltpflanzen (Schizophyta) zusammengefaßt wurden. Die Selbsttheilung kommt aber auch bei höheren, vielzelligen Organismen vor, namentlich Nesselthieren (Polypen, Medusen). Gewöhnlich erfolgt sie in Form der Zweitheilung (Dimidiatio oder Hemitomie); der Körper zerfällt in zwei gleiche Hälften. Die Theilungsebene ist bald unbestimmt (Stücktheilung), bald fällt sie mit der Längsaxe zusammen (Längs-

theilung), bald mit der Queraxe, senkrecht auf der Längsaxe (Quertheilung); seltener mit einer schrägen oder diagonalen Axe (Schieftheilung). Wenn die Theilung einer Zelle sich so rasch wiederholt, daß auf die Längstheilung sogleich die Quertheilung folgt, und wenn beide Theilungen durch Beschleunigung zusammenfallen, so geht die Zweitheilung in Viertheilung über. Wenn dann derselbe Vorgang sich öfter rasch hinter einander wiederholt, und wenn zuletzt gleichzeitig der Körper in zahlreiche kleine und gleiche Stücke zerfällt, so wird daraus die Vielzelltheilung (Polytomie); so die Sporenbildung der Sporozoen und Rhizopoden; die Vielzellbildung im Embryosack der Phanerogamen.

Knospung (Gemmation). Die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung unterscheidet sich von der Theilung im Princip dadurch, daß das bedingende überschüssige Wachsthum bei der ersteren ein partielles, bei der letzteren ein totales ist; demnach ist die erzeugte Knospe (Gemma) jünger und kleiner als das erzeugende Elter (Parens), von dem sie sich ablöst; das letztere kann durch Regeneration den abgegebenen Theil ersetzen und zahlreiche Knospen gleichzeitig oder nach einander hervorbringen, ohne deshalb seine individuelle Selbständigkeit zu verlieren (— wogegen sie bei der Theilung vernichtet wird! —). Die Vermehrung durch Knospenbildung ist bei den Protisten seltener, bei den Histonen häufiger, sowohl bei den meisten Gewebpflanzen als bei den niederen, stockbildenden Gewebthieren (Coelenterien und Vermalien). Denn die meisten Stöcke (Cormi) entstehen dadurch, daß ein Sproß oder eine Person Knospen treibt, die mit ihm in Verbindung bleiben. Die Senker und Ableger der Gewebpflanzen sind abgelöste Knospen. Als zwei verschiedene Hauptformen der Knospung sind die terminale und laterale zu unterscheiden. Die terminale oder endständige Knospung findet an einem Ende der Längsaxe statt und steht der Quertheilung sehr nahe (z. B. die Strobilation der acraspeden Medusen und der Kettenbandwürmer). Die laterale oder seitenständige Knospung ist weit häufiger und bedingt die „Verzweigung“

der Bäume und überhaupt der zusammengesetzten Pflanzen, ebenso auch der baumförmigen Stöcke der Spongien, Nesselthiere (Polypen, Korallen), Moosthiere (Bryozoen) u. s. w.

Sporenbildung (Sporogonie oder Sporulation). Eine dritte Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung ist die Bildung von Sporen oder „Keimzellen", die gewöhnlich in großer Zahl im Innern des Organismus erzeugt werden, sich von ihm ablösen und, ohne befruchtet zu sein, zu einem neuen Lebewesen entwickeln. Bald sind die Sporen unbeweglich: Ruhsporen oder Paulosporen; bald besitzen sie eine oder mehrere Geißeln, mittelst deren sie lebhaft umherschwimmen: Schwärmsporen oder Planosporen. Diese monogene Vermehrungsweise ist sehr verbreitet unter den Protisten, sowohl Protophyten als Protozoen. Unter den letzteren sind die Sporozoen oder Sporenthierchen (Gregarinen, Coccidien u. A.) dadurch ausgezeichnet, daß der ganze einzellige Organismus in der Bildung von Sporen aufgeht; der Proceß fällt hier mit der „Vielzelltheilung" zusammen, ebenso bei vielen Rhizopoden (Mycetozoen). Bei anderen (Radiolarien, Thalamophoren) wird bloß ein Theil der parentalen Zelle zur Sporen-Production verwendet. Sehr verbreitet ist die Sporenbildung bei den Kryptogamen; gewöhnlich wechselt sie hier mit geschlechtlicher Fortpflanzung ab. Die Sporen entstehen meistens in besonderen Sporenkapseln (Sporangien). Bei den Blumenpflanzen (Anthophyten) ist die Sporogonie verloren gegangen. Selten kommt dieselbe bei den Gewebthieren vor, z. B. bei den Süßwasser-Schwämmen; die Sporangien werden hier als Gemmulae bezeichnet.

Geschlechtliche Fortpflanzung (Amphigonie, sexuelle Zeugung). Das Wesen der geschlechtlichen Zeugung besteht in der Vereinigung von zwei verschiedenen Zellen: einer weiblichen Eizelle und einer männlichen Spermazelle. Die einfache neue Zelle, die aus deren Verschmelzung entsteht, ist die Stammzelle (Cytula), die Stammmutter aller der zahlreichen Zellen, die die vielzelligen Gewebe der Histonen zusammensetzen. Aber auch unter den ein-

zelligen Protisten kommen schon vielfach Anfänge sexueller Differenzirung vor; sie wird vorbereitet durch die Verschmelzung oder Copulation von zwei gleichartigen Zellen, den Gameten. Man kann diesen Vorgang, die Zygose, als eine besondere, sehr günstige Form des Wachsthums auffassen, die mit Verjüngung des Plasma verbunden ist; das letztere wird durch die Mischung der beiderlei individuell verschiedenen Plasmakörper (Amphimixis) zur Vermehrung durch wiederholte Theilung befähigt. Sobald diese beiden Gameten ungleich werden, an Größe und Gestalt „sich differenziren", wird die größere, weibliche, als Makrogamete oder Makrogonidie, die kleinere, männliche, als Mikrogamete oder Mikrogonidie bezeichnet. Bei den Histonen heißt erstere Eizelle (Ovulum), letztere Spermazelle (Spermium, Spermatozoon). Gewöhnlich ist letztere eine rasch bewegliche Geißelzelle, erstere eine träge oder amoeboide Zelle. Die Schwimmbewegungen der Spermazelle dienen dazu, die Eizelle aufzusuchen und zu befruchten.

Eizelle und Spermazelle. Die qualitative Verschiedenheit der beiden copulirenden Geschlechtszellen (Gonocyta), der chemische Gegensatz zwischen dem Ovoplasma der weiblichen Eizelle und dem Spermoplasma der männlichen Samenzelle, ist die erste (und oft einzige) Bedingung der Amphigonie; später gesellt sich dazu (bei den höheren Histonen) ein sehr verwickelter Apparat von secundären Einrichtungen. Mit jenem chemischen Gegensatz ist zugleich eine eigenthümliche Doppelform sinnlicher Empfindung und darauf gegründeter Anziehung verknüpft, die wir als sexuelle Chemotaxis oder erotischen Chemotropismus bezeichnen. Dieser „Geschlechtssinn" der beiden verschiedenen Gonocyten, die „Wahlverwandtschaft" des männlichen Androplasma und des weiblichen Gynoplasma, bewirkt ihre gegenseitige Anziehung und Vereinigung. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese sexuelle, dem Geruch oder Geschmack verwandte Sinnesthätigkeit und ebenso die dadurch hervorgerufenen Reizbewegungen, ihren Sitz im Cytoplasma des Celleus der beiderlei Geschlechtszellen hat, während die

Vererbung durch das Karyoplasma des Nucleus vermittelt wird. (Vergl. Anthropogenie, 1903, 5. Aufl., 6. und 7. Vortrag.)

Zwitterbildung und Geschlechtstrennung (Hermaphrodismus und Gonochorismus). Der sexuelle Gegensatz zwischen den beiderlei Gonoplasma-Formen, dem weiblichen Ooplasma der Eizelle und dem männlichen Spermoplasma der Samenzelle, spricht sich schon im Beginn der sexuellen Differenzirung in den verschiedenen Größen der beiden copulirenden Gameten aus, später in der zunehmenden Verschiedenheit ihrer Form, Zusammensetzung, Bewegung u. s. w. Er führt weiterhin zu der Vertheilung der Keimstätten (der Oertlichkeiten, an denen die beiderlei Geschlechtszellen entstehen) auf zwei verschiedene Individuen. Wenn Eizelle und Spermazelle in einem und demselben Individuum entstehen, bezeichnet man dieses als zweigeschlechtig oder Zwitter (Hermaphroditus); wenn sie dagegen von zwei verschiedenen (männlichem und weiblichem) Individuen producirt werden, nennt man diese eingeschlechtig oder „getrennten Geschlechts" (Gonochoristus). Entsprechend den verschiedenen Stufen der Individualität, die wir oben (im 7. Kapitel) unterschieden haben, können wir auch folgende Stufen der Zwitterbildung (Hermaphrodismus) und der Geschlechtstrennung (Gonochorismus) unterscheiden.

Hermaphrodismus der Zellen. Einige Gruppen der Protisten, besonders die hoch organisirten Wimper-Infusorien (Ciliata) zeichnen sich dadurch aus, daß schon innerhalb des einzelligen Organismus eine Sonderung des männlichen und weiblichen Plasmatheiles stattfindet. Die Ciliaten vermehren sich in der Regel massenhaft durch wiederholte Theilung (und zwar durch indirecte Zelltheilung). Allein diese Monogonie hat ihre Grenzen und muß von Zeit zu Zeit durch eine Amphigonie unterbrochen werden, eine Verjüngung des Plasma, die durch Conjugation von zwei verschiedenen Zellen und theilweisen Austausch ihrer Kernsubstanz bewirkt wird. Unter Conjugation versteht man partielle und vorübergehende Vereinigung von zwei ver-

schiedenen Einzelligen, unter Copulation hingegen totale und bleibende Verschmelzung. Wenn zwei Wimper-Infusorien sich conjugiren, legen sie sich an einander und verwachsen für kurze Zeit durch eine Plasma-Brücke. Ein Theilstück des Zellkerns von beiden hat sich schon vorher in zwei Stückchen getheilt, von denen das eine als weiblicher Standkern (Paulokaryon), das andere als männlicher Wanderkern (Planokaryon) fungirt. Die beiden beweglichen Wanderkerne treten in die Plasma-Brücke ein und wandern innerhalb derselben, sich an einander vorbeischiebend, in den Leib der entgegengesetzten Zelle ein; hier verschmelzen sie mit dem tiefer gelegenen Standkern. Nachdem so in jeder der beiden copulirenden Zellen ein neuer Kern (durch Amphimixis) gebildet ist, trennen sie sich wieder; die beiden verjüngten Zellen haben nun wieder die Fähigkeit erlangt, sich längere Zeit durch Theilung zu vermehren.

Gonochorismus der Zellen. Die eigenthümliche Zwitterbildung der Zellen, die die Wimper-Infusorien und einige andere Protisten auszeichnet und die uns durch die Untersuchungen von Richard Hertwig, Maupas u. A. bis in die feinsten Einzelheiten bekannt ist, erscheint deshalb von so hohem Interesse, weil damit gezeigt ist, daß der chemische Gegensatz zwischen dem weiblichen Gynoplasma und dem männlichen Androplasma schon innerhalb einer einzigen Zelle zum Ausdruck kommen kann. Diese erotische Arbeitstheilung ist so wichtig, daß sie sonst allgemein auf zwei verschiedene Zellen vertheilt ist. Die genauen, in die feinsten sichtbaren Vorgänge eindringenden Untersuchungen der Neuzeit über den Proceß der Befruchtung haben gelehrt, daß das Wesentlichste bei der Neubildung des Individuums (— der Stammzelle —) die Verschmelzung gleicher Theile (Erbmasse) des männlichen und weiblichen Zellenkerns ist; das Karyoplasma der beiden copulirenden Zellen ist der Träger der Vererbung von beiden Eltern. Hingegen dient das Cytoplasma ihres Zellenleibes den Zwecken der Anpassung und Ernährung; gewöhnlich ist der Zellenleib der Eizelle sehr voluminös und als Futterspeicher reich

mit Eiweiß, Fett und anderen Nahrungsstoffen ausgestattet („Nahrungsdotter"). Das Cytoplasma der Spermazelle ist umgekehrt sehr klein und bildet meistens eine schwingende Geißel, mit der sie sich fortbewegt, um die Eizelle aufzusuchen.

Monoclinie und Diclinie. Bei den meisten Pflanzen werden weibliche und männliche Zellen von einem und demselben Sprosse producirt, ebenso bei sehr vielen niederen Thieren von einer und derselben Person. Man bezeichnet diesen Hermaphrodismus der „Individuen zweiter Ordnung" als Monoclinie (Einbettigkeit). Dagegen findet sich bei vielen höheren Pflanzen (monoecischen Stöcken) und bei den meisten höheren Thieren Diclinie oder Zweibettigkeit; d. h. der eine Sproß oder die eine Person besitzt nur männliche, der andere nur weibliche Organe: Gonochorismus der „Individuen zweiter Ordnung". Die Monoclinie ist meistens mit der festsitzenden Lebensweise verknüpft (oft für diese nothwendig), die Diclinie hingegen mit der freien Ortsbewegung. Auch die Anpassung an schmarotzende Lebensweise begünstigt die Monoclinie; so sind z. B. die Krebse (Crustacea) größtentheils gonochoristische Personen; aber die Rankenkrebse (Cirripedia), die sich an festsitzende (und zum Theil auch an parasitische) Lebensweise gewöhnt haben, sind in Folge dessen Hermaphroditen geworden. Viele endoparasitische niedere Thiere (z. B. Bandwürmer, Saugwürmer, Wunderschnecken), die isolirt im Inneren anderer Thiere leben, müssen Zwitter sein und sich selbst befruchten können, wenn die Art erhalten bleiben soll. Anderseits sind zahlreiche hermaphrodite Blumen, trotzdem sie beiderlei Geschlechtsorgane einschließen, unfähig, sich selbst zu befruchten, sondern müssen durch die sie besuchenden Insecten befruchtet werden, die den Blüthenstaub von einer Blume zur anderen tragen.

Monoecie und Dioecie. Die „Individuen dritter Ordnung", die wir im Pflanzenreiche ebensowohl wie im Thierreiche als Stöcke (Cormi) bezeichnen, haben ebenfalls wechselnde Beziehungen der Geschlechts-Personen, die sie zusammensetzen. Wenn auf einem

und demselben Stocke männliche und weibliche diclinische Sprosse oder Personen neben einander vorkommen, bezeichnet man diesen Hermaphrodismus der Cormen als Einhäusigkeit (Monoecie); das ist der Fall bei den meisten Kryptogamen und Phanerogamen, unter den Thieren bei den meisten Siphonophoren und einzelnen Korallen. Seltener ist die Zweihäusigkeit (Dioecie); d. h. der eine Stock trägt nur männliche, der andere nur weibliche Sprosse oder Personen, so z. B. die Pappeln und Weiden, die meisten Korallen und einzelne Siphonophoren. Die physiologischen Vorzüge der Kreuzung, d. h. der Vereinigung von Geschlechtszellen verschiedener Individuen, begünstigen die fortschreitende Geschlechtstrennung bei den höheren Organismen.

Wechsel der Geschlechtstheilung. Eine vergleichende Uebersicht über die Verhältnisse der Zwitterbildung und Geschlechtstrennung im Thierreiche und Pflanzenreiche lehrt uns, daß beide entgegengesetzte Formen der Geschlechtsvertheilung häufig bei nahe verwandten Organismen einer und derselben Gruppe sich neben einander finden, ja sogar bisweilen bei verschiedenen Individuen einer und derselben Art. So ist z. B. die Auster gewöhnlich gonochorist, bisweilen aber auch hermaphrodit, ebenso manche andere Mollusken, Wurmthiere und Gliederthiere. Daher ist die oft aufgeworfene Frage, welche von beiden Formen der Geschlechtstheilung die ursprüngliche sei, überhaupt nicht allgemein zu beantworten, und nicht ohne Bestimmung der Individualitätsstufe und der systematischen Stellung der betreffenden Gruppe. Sicher ist, daß in vielen Fällen die Zwitterbildung das ursprüngliche Verhältniß darstellt, z. B. bei den meisten niederen Pflanzen und vielen festsitzenden Thieren (Spongien, Polypen, Platoden, Mantelthieren u. A.); wenn in diesen Gruppen einzelne Ausnahmen auftreten, sind sie secundär entstanden. Ebenso sicher ist anderseits, daß in anderen Fällen umgekehrt die Geschlechtstrennung das ursprüngliche Verhältniß darstellt, so bei den Siphonophoren, Ktenophoren, Bryozoen, Cirripedien, Mollusken; hier ist der Hermaphroditismus offenbar

insofern secundär entstanden, als die Zwitterformen ursprünglich von Gonochoristen abstammen.

Geschlechtsdrüsen der Histonen (Gonades). Nur in wenigen Abtheilungen der niedersten Histonen entstehen die beiderlei Geschlechtszellen ohne bestimmte Ordnung an verschiedenen Stellen des einfachen Gewebes, so bei einigen Gruppen der niederen Algen und bei den Spongien. Gewöhnlich entstehen sie nur an bestimmten Localitäten und in einer besonderen Schicht des Gewebekörpers, und zwar meistens gruppenweise, in Gestalt von Geschlechtsdrüsen (Gonades). Diese führen in verschiedenen Gruppen der Histonen besondere Namen; die weiblichen Drüsen werden bei den Kryptogamen als Archegonien bezeichnet, bei den Phanerogamen als Nucellus (— aus dem Makrosporangium der Pteridophyten entstanden —), bei den Gewebthieren als Eierstöcke (Ovaria). Die männlichen Drüsen bezeichnet man bei den Kryptogamen als Antheridien, bei den Phanerogamen als Pollensäcke (— aus den Mikrosporangien der Farne entstanden —), bei den Metazoen als Hoden oder Samenstöcke (Spermaria, Testiculi). In vielen Fällen, besonders bei wasserbewohnenden niederen Organismen, werden die Eizellen (als Producte der Ovarien) und die Spermazellen (als Producte der Spermarien) direct nach außen entleert. Bei den meisten höheren Organismen dagegen haben sich besondere Geschlechtsleiter (Gonoductus) gebildet, welche beiderlei Gonocyten nach außen abführen.

Zwitterdrüsen der Histonen (Glandulae hermaphroditae). Während gewöhnlich die beiderlei Geschlechtsdrüsen an verschiedenen Localitäten des zeugenden Organismus entstehen, giebt es doch einzelne Fälle, in denen die beiderlei Geschlechtszellen unmittelbar neben einander von einer und derselben Drüse gebildet werden; solche Drüsen heißen Zwitterdrüsen (Glandulae hermaphroditae). In auffallender Weise entwickeln sich diese Bildungen bei mehreren hoch differenzirten Gruppen der Metazoen und sind offenbar aus gonochoristischen Bildungen niederer Formen hervorgegangen. Die Klasse der

Kammquallen oder Rippenquallen (Ctenophorae)*) umfaßt glasartige, im Meere schwimmende Nesselthiere von eigenthümlichem und complicirtem Bau, die wahrscheinlich von Hydromedusen (oder Craspedoten) abstammen. Während aber die letzteren sehr einfache gonochoristische Verhältnisse besitzen (4 oder 8 eingeschlechtige Drüsen im Verlaufe der Radial-Canäle oder in der Magenwand), laufen bei den Ktenophoren 8 hermaphroditische Canäle im Meridian-Bogen von einem Pole des gurkenförmigen Körpers zum anderen. Jeder Canal entspricht einem Wimperkamm und bildet an einem Rande Eierstöcke, am anderen Rande Samenstöcke; und zwar sind diese so geordnet, daß die 8 Intercostal-Felder (die Räume zwischen den 8 Wimperkämmen) abwechselnd männlich und weiblich sind. — Noch eigenthümlicher sind die Zwitterdrüsen der hoch organisirten, auf dem Lande lebenden und luftathmenden Lungenschnecken (Pulmonata), zu denen unsere gewöhnlichen Gartenschnecken (Arion) und Weinbergschnecken (Helix) gehören. Hier findet sich eine Zwitterdrüse mit vielen Schläuchen, von denen jeder im äußeren Theile Eier, im inneren Sperma bildet. Trotzdem werden beiderlei Geschlechtszellen gesondert nach außen abgeführt.

Geschlechtsleiter (Gonoductus). Bei den meisten niederen und im Wasser lebenden Histonen fallen beiderlei Geschlechtszellen, wenn sie reif sind, unmittelbar in das Wasser und kommen dort zusammen. Dagegen haben sich bei den meisten höheren und namentlich den landbewohnenden Organismen besondere Ausführwege oder Abfuhrcanäle für die Geschlechtsproducte entwickelt, die Geschlechtsleiter (Gonoductus); die weiblichen heißen bei den Metazoen im Allgemeinen Eileiter (Oviductus), die männlichen Samenleiter (Spermaductus oder Vasa deferentia). Bei den lebendig gebärenden Histonen dienen besondere Canäle für die Zuleitung des Sperma zur Eizelle, die im mütterlichen Körper eingeschlossen bleibt, so der Hals des Archegonium

*) Kunstformen der Natur, Tafel 27.

bei den Kryptogamen, der Griffel bei den Phanerogamen, die Scheide (Vagina) bei den Metazoen. An der äußeren Oeffnung dieser Abfuhrcanäle entwickeln sich dann meistens noch besondere Begattungsorgane.

Begattungs-Organe (Copulativa). Wenn die entleerten Geschlechtszellen nicht unmittelbar zusammenkommen können (— wie bei vielen Wasserbewohnern —), müssen besondere Einrichtungen für die Uebertragung des befruchtenden Sperma vom männlichen auf den weiblichen Körper sich entwickeln. Dieser Vorgang selbst, der als Begattung (Copulation) bezeichnet wird, erlangt dadurch große Bedeutung, daß er sich mit eigenthümlichen Lustgefühlen verknüpft, und daß diese Wollust die mächtigsten Seelen-Erregungen auslöst; sie wird als sexuelle „Liebe" beim Menschen und den höheren Thieren zur stärksten Triebfeder vieler Lebensthätigkeiten. Das Organ, das diese Wollust-Empfindungen als Sitz des „Geschlechtssinnes" vermittelt, wird bei den Wirbelthieren als Geschlechtsglied (Phallus) bezeichnet, das männliche als Mannesglied oder Ruthe (Penis), das weibliche als Kitzler (Clitoris). Die mikroskopischen Sinneswerkzeuge in diesen Begattungsorganen sind eigenthümliche „Wollustkörperchen"; sie werden erregt durch die gegenseitige Reibung, die bei der Einführung des männlichen Penis in die weibliche Scheidenöffnung (Vulva) stattfindet. Dadurch wird die Reflexbewegung ausgelöst, die die Entleerung und Uebertragung des Sperma vermittelt. Bei vielen höheren Thieren (namentlich Wirbelthieren, Gliederthieren, Weichthieren) entwickeln sich daneben noch zahlreiche Drüsen und andere Hülfsorgane, die bei der Begattung mitwirken.

Secundäre Sexual-Charaktere. Die vielfachen und innigen Beziehungen, die beim Menschen und den höheren Thieren (vor Allen Wirbelthieren und Gliederthieren) zwischen deren Geschlechtsleben und der höheren Seelenthätigkeit bestehen, haben eine Fülle der merkwürdigsten „Lebenswunder" hervorgerufen. Wilhelm Bölsche hat dieselben in seinem berühmten und weitverbreiteten

Werke: „Liebesleben der Natur" so geistreich geschildert, daß wir hier einfach darauf verweisen können. Nur die hohe Bedeutung der sogenannten „secundären Sexual-Charaktere" soll hier noch besonders betont werden. Diese Eigenthümlichkeiten eines der beiden Geschlechter, die dem andern fehlen, und die nicht direct mit den eigentlichen Geschlechtsorganen zusammenhängen, z. B. der Bart des Mannes, der Busen des Weibes, die Mähne des Löwen, das Geweih des Hirsches, sind auch für die Aesthetik von Interesse; sie sind, wie Darwin gezeigt hat, durch sexuelle Selection erworben worden, als Waffen der Männchen im Kampfe um den Besitz des Weibchens, und umgekehrt. Dabei spielt, namentlich bei den Vögeln und Insecten, eine wichtige Rolle das Schönheitsgefühl; die prächtigen Farben und Formen, die wir an den männlichen Paradiesvögeln, Colibris, Hühnervögeln, Schmetterlingen bewundern, sind durch geschlechtliche Zuchtwahl erworben worden. (Vergl. Natürl. Schöpfungsgeschichte, 10. Aufl. S. 249.)

X **Parthenogenesis (Jungfern-Zeugung).** Bei verschiedenen Gruppen von Histonen ist im Laufe der Zeit das männliche Geschlecht überflüssig geworden; die Eizellen entwickeln sich, ohne der Befruchtung durch die Spermazellen zu bedürfen. Das ist namentlich der Fall bei verschiedenen Plattenthieren (Trematoden) und Gliederthieren (Crustaceen, Insecten). Bei den Bienen besteht das merkwürdige Verhältniß, daß erst im Momente der Eiablage die Entscheidung darüber getroffen wird, ob das Ei mit Sperma versehen und befruchtet werden soll oder nicht; im ersteren Falle entwickelt sich daraus eine weibliche, im zweiten Falle eine männliche Biene. Als Siebold in München diese Thatsachen der „unbefleckten Empfängniß" bei verschiedenen Insecten nachgewiesen hatte, erhielt er einen Besuch des katholischen Erzbischofs von München; dieser drückte ihm seinen Glückwunsch und seine Freude darüber aus, daß nun auch für die „Jungfrau Maria" derselbe Vorgang wissenschaftlich erklärbar sei. Siebold mußte ihm leider entgegnen, daß dieser Schluß von der Jungfernzeugung der Gliederthiere auf

die der Wirbelthiere nicht zulässig sei, und daß alle Säugethiere, ebenso wie alle anderen Vertebraten, sich ausschließlich durch befruchtete Eier fortpflanzen. Unter den Gewebpflanzen kommt dagegen Parthenogenesis ebenfalls vor, so bei Chara crinita unter den Algen, bei Antennaria alpina und Alchemilla vulgaris unter den Blumenpflanzen. Die Ursachen, die diesen Ausfall der Befruchtung bedingen, sind uns noch größtentheils unbekannt; einiges Licht wird darauf dadurch geworfen, daß man neuerdings auch durch chemische Versuche (Einwirkung von Zucker und anderen wasserentziehenden Lösungen) die parthenogenetische Entwickelung unbefruchteter Eier hat auslösen können.

Paedogenesis und Dissogonie. Während bei den höheren Thieren meistens die volle Reife und Ausbildung der Species-Form zur Fortpflanzung erforderlich ist, hat man bei vielen niederen Thieren neuerdings beobachtet, daß Eizellen und Spermazellen auch schon bei jugendlichen Personen im Larvenzustande gebildet werden; wenn in diesem Zustande die Befruchtung stattfindet, werden von Larven wieder Larven derselben Form erzeugt. Wenn dann später dieselben Larven sich in die reife Form verwandelt haben und diese sich geschlechtlich in ihrer Form vermehrt, nennt man dies Doppelzeugung (Dissogonie); sie kommt bei vielen Nesselthieren, namentlich Medusen, vor. Wenn hingegen Larven sich durch unbefruchtete Eizellen vermehren und somit parthenogenetisch ihresgleichen erzeugen, nennt man dies Jugendzeugung (Paedogenesis); sie findet sich namentlich bei Plattenthieren (Trematoden) und einzelnen Insecten (Larven von Cecidomyia und anderen Fliegen).

Generationswechsel (Metagenesis oder Generatio alternans). Bei sehr vielen niederen Thieren und Pflanzen wechselt regelmäßig eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche Generation mit einander ab. Unter den Protisten finden wir diesen „Generationswechsel" schon bei den Sporozoen; unter den Gewebpflanzen bei den Moosen und Farnen, unter den Gewebthieren bei den Nessel-

thieren, Plattenthieren, Mantelthieren u. A. Oft sind beide Generationen in Bezug auf Gestalt und Organisationshöhe sehr verschieden. So ist bei den Moosen die ungeschlechtliche Generation die sporenbildende Mooskapsel (Sporogonium), die geschlechtliche hingegen die Moospflanze mit Stengel und Blättern (Culmus). Bei den Farnen ist umgekehrt der Culmus sporenbildend und monogen, hingegen der thallusartige, einfache und kleine Vorkeim (Prothallium) sexuell differenzirt. Bei den meisten Nesselthieren entsteht aus dem Ei der frei schwimmenden Meduse ein kleiner festsitzender Polyp, und dieser erzeugt durch Knospung wiederum Medusen, die geschlechtsreif werden. Bei den Mantelthieren (Salpen) wechselt eine geschlechtliche sociale Form mit einer ungeschlechtlichen solitären Form ab; die Kettensalpen der ersteren sind kleiner und anders gestaltet, als die großen Einzelsalpen der letzteren, die durch Knospung wieder Ketten erzeugen. Diese besondere Form der Metagenese ist die erste, die beobachtet wurde, und zwar 1819 von dem Dichter Chamisso, bei Gelegenheit seiner Weltumsegelung. In anderen Fällen (z. B. bei dem nahe verwandten Doliolum) wechselt eine sexuelle Generation mit zwei (selten mehreren) neutralen ab. Die Erklärung dieser verschiedenen Formen des Generationswechsels geben die Gesetze der latenten Vererbung (Atavismus), der Arbeitstheilung und der Metamorphose, und vor Allem das Biogenetische Grundgesetz.

Heterogenesis (Heterogonie, Wechselzeugung). Während bei dem echten Metagenesis (dem Generationswechsel im engeren Sinne) die ungeschlechtliche Generation sich durch Knospung oder Sporenbildung vermehrt, geschieht dies bei der nahe verwandten Heterogenesis durch Jungfernzeugung (Parthenogenesis). Das ist namentlich bei vielen Gliederthieren ein Vorgang, der in kurzer Zeit eine Massenvermehrung der Art herbeiführt. Unter den Insecten sind die Blattläuse (Aphiden), unter den Crustaceen die Wasserflöhe (Daphniden) solche Gliederthiere, die sich in der warmen Jahreszeit massenhaft durch unbefruchtete „Sommereier“ fortpflanzen; erst

im Herbst treten vorübergehend Männchen auf, welche die größeren „Wintereier“ befruchten; im nächsten Frühjahr schlüpft aus den überwinterten Eiern die erste parthenogenetische Generation wieder hervor. Sehr verschieden sind beide heterogenetische Generationen bei den parasitischen Saugwürmern (Trematoden). Aus dem befruchteten Ei der hermaphroditen Distomen entstehen einfach gebaute Ammen (pädogenetische Larven!), in deren Innerem aus unbefruchteten Eizellen Cercarien erzeugt werden; diese unternehmen Wanderungen und verwandeln sich später (innerhalb eines anderen Wohnthieres) wieder in Distomen.

Strophogenesis (Generationsfolge). Unter diesem Begriffe habe ich (1866, G. M. II, S. 104) die verwickelten Verhältnisse der Zellenfortpflanzung beleuchtet, die wir in der Ontogenese der meisten höheren Histonen antreffen, ebenso der Phanerogamen wie der Coelomarien. Hier existirt kein eigentlicher Generationswechsel, da sich direct aus der befruchteten Eizelle wieder der vielzellige gewebebildende Organismus entwickelt. Aber dieser Vorgang gleicht der Metagenesis insofern, als der ontogenetische Bildungsproceß selbst auf oft wiederholter Zelltheilung beruht. Zahlreiche Generationen von Zellen gehen durch Theilung aus der einen Stammzelle (— der befruchteten Eizelle —) hervor, ehe sich zwei von diesen Zellen wieder geschlechtlich differenziren und eine „sexuelle Zellen-Generation“ bilden. Aber der wesentliche Unterschied liegt darin, daß alle diese Zellengenerationen — ebenso im Körper der Oberthiere wie der Blumenpflanzen — vereinigt bleiben als Theile eines einzigen Bion (— eines einheitlichen „physiologischen Individuums“ —); dagegen setzt sich bei dem Generationswechsel jeder Zeugungskreis aus mehreren Bionten zusammen, die als verschiedene Formen selbständig leben — oft so verschieden, daß sie früher als Thiere verschiedener Klassen betrachtet wurden, z. B. Polyp und Meduse. Man darf daher auch den Zeugungskreis der Phanerogamen nicht als Generationswechsel bezeichnen, obgleich er aus dem der Farne (durch abgekürzte Vererbung) entstanden ist.

Hypogenesis. Dieser Begriff umfaßt alle einfachen Formen der geschlechtlichen Fortpflanzung ohne Generationswechsel. Der Zeugungskreis verläuft als geschlossener Generationscyclus an einem und demselben Bion oder physiologischen Individuum, vom Ei bis zum Ei. Diese Art der Entwickelung ist die gewöhnliche bei den meisten höheren Thieren und Pflanzen; sie kann mit oder ohne Verwandlung (Metamorphosis) verlaufen. Die jugendlichen Zustände, die bei letzterer vorübergehend auftreten und durch den Besitz provisorischer (später verschwindender) Organe — Larven-Organe — sich von der geschlechtsreifen Form unterscheiden (z. B. die Kaulquappe vom Frosch, die Raupe vom Schmetterling) werden allgemein als Larven bezeichnet.

Bastard-Zeugung (Hybridismus). Für gewöhnlich scheinen nur Organismen einer und derselben Art geschlechtliche Verbindung einzugehen und fruchtbare Nachkommenschaft zu erzeugen. Früher galt diese Annahme sogar als ein wichtiges Dogma und diente zur Definition des unbestimmbaren Species-Begriffes; man sagte: „Wenn zwei Thiere oder Pflanzen mit einander fruchtbare Junge erzeugen, gehören sie zu einer und derselben guten Art". Dieser Satz, der einstmals zur Stütze des Dogma von der Species-Constanz diente, ist längst hinfällig geworden. Wir wissen jetzt durch zahlreiche sichere Experimente, daß nicht nur zwei nahe verwandte Arten, sondern sogar zwei Arten verschiedener Gattungen unter Umständen sich geschlechtlich verbinden können, und daß die so erzeugten Bastarde (Hybridae) selbst wieder unter sich, oder mit einem der Eltern, fruchtbare Nachkommen erzeugen können. Indessen ist die Neigung zu dieser Bastardzeugung (Hybridismus) sehr verschieden und von den uns unbekannten Gesetzen der „sexuellen Affinität" abhängig. Diese geschlechtliche Wahlverwandtschaft muß in chemischen Eigenschaften des Plasma der beiden copulirenden Zellen begründet sein, zeigt aber anscheinend eine große Unbestimmtheit in ihrer Wirkung. In der Regel zeigen Bastarde eine Mischung von den Merkmalen beider Eltern.

Zahlreiche neuere Versuche haben bewiesen, daß Bastarde kräftiger gebaut sein und sich stärker fortpflanzen können als reine Nachkommen, während reine Inzucht der letzteren meistens auf die Dauer nachtheilig wirkt; Auffrischung des Blutes durch fremdes Blut ist von Zeit zu Zeit vortheilhaft. Es findet also gerade das Gegentheil von dem statt, was früher das Dogma von der Species-Constanz behauptete. Ueberhaupt ist die Hybridismus-Frage für die Bestimmung des Species-Begriffes ohne allen Werth. Wahrscheinlich sind viele sogenannte „gute Arten", die relativ constante Merkmale besitzen, nichts weiter als beständige Bastarde. Besonders gilt das von niederen Seethieren, deren Geschlechtsproducte, massenweis in das Meer entleert, in Milliarden durch einander wimmeln. Da wir von verschiedenen Arten der Fische, Krebse, Seeigel, Vermalien wissen, daß ihre Bastarde sehr leicht durch künstliche Befruchtung zu erzielen und constant zu erhalten sind, spricht nichts gegen die Annahme, daß auch im Naturzustande solche Hybriden beständig sich erhalten.

Stufenleiter der Fortpflanzungs-Formen. Die kurze Uebersicht, die wir hier von den mannigfaltigen Formen der Fortpflanzung gegeben haben, genügt, um den außerordentlichen Reichthum dieses „Lebenswunders" darzuthun. Bei näherem Eingehen auf deren Einzelheiten ließen sich noch Hunderte von merkwürdigen Variationen dieses Processes, auf dem die Erhaltung der Arten beruht, unterscheiden. Das Wichtigste dabei ist aber die Thatsache, daß sich alle verschiedenen Formen der Tocogonie als zusammenhängende Glieder einer Kette nachweisen lassen. Die Stufen dieser langen Scala steigen von der einfachen Zelltheilung der Protisten zu der Monogonie der Histonen, und von dieser zu der complicirten Amphigonie der höheren Organismen ununterbrochen hinauf. Im einfachsten Falle, bei der Zelltheilung der Moneren, ist die Vermehrung (durch einfache Quertheilung) offenbar nichts weiter als transgressives Wachsthum. Aber auch die Vorbereitung zur sexuellen Differenzirung, die Copulation von zwei gleichen Zellen

(Gameten) ist eigentlich nichts anderes als eine besondere Form dieses Wachsthums. Wenn dann die beiden Gameten durch Arbeitstheilung ungleich werden, wenn die größere träge Makrogamete Nahrungsvorräthe in sich aufspeichert, die kleinere lebhaft bewegliche Mikrogamete die erstere schwimmend aufsucht, so ist damit schon der Gegensatz zwischen der weiblichen Eizelle und der männlichen Spermazelle ausgeprägt. Damit ist bereits das wesentlichste Merkmal der geschlechtlichen Zeugung gegeben.

Vermehrung der Anorgane. Die Fortpflanzung der Organismen wird häufig als ein besonders räthselhaftes „Lebenswunder" angestaunt, als diejenige Lebensthätigkeit, welche die lebendigen Naturkörper am auffallendsten von den leblosen unterscheidet. Der Irrthum dieser dualistischen Auffassung wird klar, sobald man unbefangen die ganze Stufenleiter der verschiedenen Zeugungsformen, von der einfachsten Zelltheilung bis zur verwickeltsten Form der geschlechtlichen Zeugung, im phylogenetischen Zusammenhang betrachtet. Ueberall stellt sich heraus, daß das überschüssige Wachsthum (Crescentia transgressiva) den ersten Anlaß zur Entstehung neuer Individuen giebt. Dasselbe gilt aber auch für die Vermehrung der anorgischen Naturkörper, im Großen für die Weltkörper, im Kleinen für die Krystalle. Wenn eine rotirende Sonne durch stetigen Zuwachs von hineinstürzenden Meteoriten eine gewisse Grenze des Wachsthums überschreitet, lösen sich im Aequator durch Centrifugalkraft Nebelringe ab, die sich zu neuen Planeten formen. Auch jeder anorgische Krystall hat eine gewisse (— durch seine chemische und moleculare Constitution bestimmte —) Grenze seines individuellen Wachsthums; diese wird nicht überschritten, auch wenn man noch so viel Mutterlauge zuführt; vielmehr setzen sich dann neue Krystalle (Tochter-Krystalle) an die vorhandenen Mutter-Krystalle an. Auch die wachsenden Krystalle „vermehren sich".

Neunte Tabelle.

Scala der Monogonie (der ungeschlechtlichen Fortpflanzung).

I. Erste Stufe: Zweitheilung oder Halbirung (Hemitomie).

Die wachsende einfache Zelle zerfällt durch einfache Einschnürung in zwei gleiche Hälften. (Die Existenz der Mutterzelle als „Individuum" hört auf mit dem Zerfall in Tochterzellen.)

1. Hemitomie der kernlosen Urzellen: einfachste und älteste Form der Fortpflanzung, ausschließlich bei den Chromaceen (Phytomoneren) und Bakterien (Zoomoneren).
2. Hemitomie der Kernzellen mit directer Kerntheilung (amitotisch): viele Protisten von alten und niederen Gruppen. Indifferente Gewebzellen von Histonen (Leucocyten).
3. Hemitomie der Kernzellen mit indirecter Kerntheilung (mitotisch): die gewöhnliche Form der Zelltheilung in den Geweben der Histonen (auch bei höheren Protisten).

II. Zweite Stufe: Vielzelltheilung (Polytomie).

Die wachsende einfache Zelle zerfällt durch vielfache (directe oder indirecte) Theilung des Kerns in vier, acht oder mehr (oft sehr zahlreiche) Tochterzellen. Auf Polytomie beruht meistens (aber nicht immer) die Sporenbildung (Sporogonie).

4. Kreuztheilung (Staurotomie). Der Kern der einfachen Zelle theilt sich kreuzförmig, erst in zwei, dann vier, acht, sechzehn u. s. w. gleiche Stücke; ebenso folgt der Celleus.
5. Staubtheilung oder Zerfalltheilung (Conitomie). Der Kern der einfachen Zelle zerfällt gleichzeitig in zahlreiche kleine Stücke; erst nach deren Trennung zerfällt auch der Celleus in die gleiche Zahl von Cytoplasma-Stücken; jedes derselben umgiebt einen Theilkern und bildet eine neue Zelle (Spore). Fortpflanzung vieler Protophyten (Algarien) und Protozoen (Sporozoen, Rhizopoden).
6. Freitheilung mit Kernlösung (Lysotomie). Das Karyoplasma des Zellkerns löst sich auf im Cytoplasma des Zellenleibes. Dann entstehen gleichzeitig zahlreiche kleine Kerne durch Verdichtung („frei") in letzteren; jeder umgiebt sich mit einem Stück Cytoplasma.

III. Dritte Stufe: Knospenbildung (Gemmatio).

Ein Theil des Organismus wächst stärker und löst sich als Knospe (Gemma) von dem Elter ab (der zeugende Organismus — das Elter — wird nicht als „Individuum" vernichtet, wie bei der Theilung, sondern bleibt bestehen und kann die Knospenbildung oft wiederholen). Die Gemmation ist seltener bei den Protisten, häufiger bei den Histonen.

7. Endknospenbildung (Gemmatio terminalis). Durch stärkeres Wachsthum an einem Pole der Längsaxe entstehen endständige Knospen; die Hauptaxe von Elter und Kind fällt zusammen. Stengelglieder der Phanerogamen, Strobilation der Akraspeden.
8. Seitenknospenbildung (Gemmatio lateralis). Durch stärkeres Wachsthum außerhalb der Längsaxen entstehen seitenständige Knospen; die Hauptaxen von Elter und Kind fallen nicht zusammen: Axillarknospen und Adventivknospen der Gewebpflanzen und der stockbildenden Gewebthiere (Polypen, Korallen, Bryozoen u. s. w.).
9. Binnenknospenbildung (Gemmatio interna). Die Knospen entstehen in inneren Höhlen der Gewebthiere (Magenhöhle von Medusen, Kiemenhöhle von Salpen).

Elfte Tabelle.

Scala des Gonochorismus. (Geschlechtstrennung.)

I. Erste Stufe: Gonochorismus der Zellen.

Die beiden copulirenden Geschlechtszellen unterscheiden sich nur wenig in Größe und Gestalt. Die kleineren männlichen Zellen (Mikrosporen, Androgameten) suchen die größeren weiblichen Zellen (Makrosporen, Gynogameten) auf und verschmelzen mit ihnen.

II. Zweite Stufe: Gonochorismus der Gewebe.

Die beiderlei Geschlechtszellen werden an Größe und Gestalt sehr ungleich und entwickeln sich bei den Histonen in verschiedenen Gebieten der Gewebe. Die kleineren männlichen Zellen verwandeln sich meistens in lebhaft bewegliche Geißelzellen, die größeren weiblichen Zellen in unbewegliche, mit Nahrungsdotter belastete Eizellen. Viele niedere Histonen.

III. Dritte Stufe: Gonochorismus der Organe.

Die beiderlei Geschlechtszellen entwickeln sich in getrennten Organen einer und derselben (hermaphroditen) Person: die männlichen Geschlechtsdrüsen produciren als Hoden (Antheridien, Pollensäcke, Spermaria, Testiculi) Spermazellen. Getrennt davon liefern die weiblichen Geschlechtsdrüsen Eizellen (Oogonien, Archegonien, Ovarien, Eierstöcke).

IV. Vierte Stufe: Gonochorismus der Personen.

Zweiboltige Histonen (Diclinia). Gewebpflanzen (Metaphyta) mit Vertheilung der beiderlei Geschlechtsdrüsen auf verschiedene Sprosse (Thallus oder Culmus); Mittelpflanzen und Blumenpflanzen mit eingeschlechtigen Blüthen. — Gewebthiere (Metazoa) mit männlichen und weiblichen Personen: die Mehrzahl der höheren Thiere.

V. Fünfte Stufe: Gonochorismus der Stöcke.

Zweihäusige Formen vieler Histonen (Dioecia). Die einen Stöcke tragen nur männliche, die anderen nur weibliche Sprossen oder Personen. Unter den Metaphyten: viele Bäume (Weiden, Pappeln) und viele Wasserpflanzen (Myriophyllum). Unter den Metazoen: die meisten Polypenstöcke und Korallenstöcke, einzelne Siphonophorenstöcke.

Zehnte Tabelle.

Scala der Amphigonie (der geschlechtlichen Fortpflanzung).

I. Erste Stufe: Isogamie oder Zygose.

Copulation von Protisten. Zwei gleichartige Zellen (Gameten oder Zygoten) verschmelzen miteinander und bilden eine neue Zelle (Zygospore).

II. Zweite Stufe: Ovogamie.

Copulation von zwei ungleichartigen Zellen (Allogameten); die größeren weiblichen Zellen (Makrogameten) werden befruchtet von den kleineren männlichen Zellen (Mikrogameten); beide sind noch meistens beweglich. Viele Protisten.

III. Dritte Stufe: Befruchtung (Foecundation).

Verschmelzung von Eizellen und Spermazellen. Die Makrogameten werden durch Anhäufung von Reservestoffen (Dotter, Proviantmaterial für den Embryo) zu typischen, meist unbeweglichen Eizellen (Ovula). Die Mikrogameten bleiben klein und verwandeln sich in bewegliche Samenzellen (Spermia, Spermatozoa oder Spermazoida).

IV. Vierte Stufe: Sonderung von Geschlechtsdrüsen (Gonades).

Die Bildung der Eizellen wird beschränkt auf besondere weibliche Geschlechtsdrüsen (Gynogonades); sie heißen bei den Algen Oogonien oder Carpogonien, bei den Moosen und Farnen Archegonien, bei den Phanerogamen (Blumenpflanzen) „Knospenkern“ (Nucellus), bei den Metazoen (sämmtlichen Gewebthieren) Eierstöcke (Ovaria). — Die Bildung der Spermazellen wird beschränkt auf besondere männliche Geschlechtsdrüsen (Androgonades); Spermogonien oder Spermatangien, Antheridien, Pollensäcke, bei den Gewebthieren Samenstöcke oder Hoden (Spermaria, Testiculi).

V. Fünfte Stufe: Bildung von Geschlechtsleitern (Gonoductus).

Zur Ausführung der beiderlei Geschlechtszellen (bei den höheren Gewebthieren) sondern sich besondere Gänge oder Canäle: beim weiblichen Geschlechte die Eileiter (Oviductus), beim männlichen Geschlechte die Samenleiter (Spermaductus).

VI. Sechste Stufe: Bildung von Begattungsorganen (Copulativa).

Um die sichere Vereinigung der beiderlei Geschlechtszellen (besonders bei den landbewohnenden Histonen) zu vermitteln, entwickeln sich besondere Werkzeuge der Uebertragung des männlichen Sperma in den weiblichen eihaltigen Körper: Hals des Archegonium, Narbe und Griffel der Blumen der Phanerogamen; Scheide (Vagina) bei den weiblichen Gewebthieren. Begattungsglied (Penis) bei den männlichen Metazoen.

Zwölfte Tabelle.

Scala des Hermaphrodismus. (Zwitterbildung.)

I. Erste Stufe: Hermaphrodismus der Zellen.

Eine und dieselbe Zelle enthält weibliches Gynoplasma und männliches Androplasma. Bei der Befruchtung der Gameten (Verschmelzung von zwei gleichartigen Zwitterzellen) findet beiderseitiger Austausch der beiderlei Sexualstoffe statt. Copulation von zwei gleichartigen Gameten bei vielen Protisten (Isogamie), speciell differenzirt bei den Wimper-Infusorien.

II. Zweite Stufe: Hermaphrodismus der Gewebe.

Ein und dasselbe einfache Gewebe (Epitelium) producirt weibliche Zellen (Makrosporen, Eizellen) und männliche Zellen (Mikrosporen, Spermazellen), ohne daß besondere Geschlechtsdrüsen entwickelt sind. Algen unter den Metaphyten, Spongien unter den Metazoen.

III. Dritte Stufe: Hermaphrodismus der Organe.

Ein und dasselbe Organ producirt als Zwitterdrüse (Gamadonia) beiderlei Geschlechtszellen. Einige Rhizocarpeen (Marsilea, Pilularia) unter den Farnen. Die Lungenschnecken (Pulmonata) und einige Muscheln (Acephala) unter den Weichthieren.

IV. Vierte Stufe: Hermaphrodismus der Personen.

Einbettige Histonen (Monoclinia). Die große Mehrzahl der Metaphyten, Gewebpflanzen mit Zwitterblüthen oder zweigeschlechtigen Blüthen. Viele Metazoen niederer Gruppen: Ktenophoren, Platoden, festsitzende Vermalien (Bryozoen), viele Mollusken, einzelne Gruppen der Gliederthiere: Cirripedien (festsitzend).

V. Fünfte Stufe: Hermaphrodismus der Stöcke.

Einhäusige Kormen vieler Histonen (Monoecia). Unter den Metaphyten trägt die Mehrzahl der Stöcke monoclinische Sprosse (Zwitterblüthen) oder männliche und weibliche (diclinische) Sprosse unter einander gemischt. Unter den Metazoen sind monoecisch die meisten Stöcke der Siphonophoren, wenige Korallen.

Dreizehnte Tabelle.

Scala der Metagonie.

Ueberſicht über die Hauptſtufen des Generationswechſels.
(Regelmäßiger Wechſel von Monogonie und Amphigonie.)

1. Metagonie der Urpflanzen (Protophyta).

Mehrere ungeſchlechtliche Zell-Generationen, die ſich einfach durch Theilung vermehren, wechſeln ab mit einer geſchlechtlichen Generation; die beiden copulirenden Zellen der letzteren ſind urſprünglich gleiche Gameten (Desmidiaceen, Diatomeen und andere Algarien); ſpäter geſondert in weibliche Makroſporen (Eier) und männliche Mikroſporen (Spermien); viele Algetten (Vaucheria und andere Siphoneen).

2. Metagonie der Urthiere (Protozoa).

Mehrere neutrale Generationen, die ſich einfach durch Theilung oder Sporenbildung vermehren, wechſeln ab mit einer geſchlechtlichen Generation; die beiden Gameten der letzteren ſind urſprünglich gleich, ſpäter ſexuell differenzirt. Viele Sporozoen, Rhizopoden und Infuſorien.

3. Metagonie der Gewebpflanzen (Metaphyta).

Eine ungeſchlechtliche Generation, die Sporen bildet, wechſelt ab mit einer geſchlechtlichen Generation, die Eizellen und Spermazellen erzeugt. Die ſexuelle Generation zeigt bei den Thallophyten (Algen und Pilzen) anfangs noch bloße Iſogomie (mit Copulation von zwei gleichen Gameten), ſpäter Ovogamie (Befruchtung von Eizellen durch Spermien). — Bei den Diaphyten oder Archegoniaten bildet die Neutral-Generation Pauloſporen, die Sexual-Generation weibliche Archegonien und männliche Antheridien. Die Neutral-Generation der Mooſe (Muscinae) iſt ein Sporogonium (Mooskapſel), die der Farne (Filicinae) ein Cormophyt (mit Wurzel, Stengel und ſporentragenden Blättern).

4. Metagonie der Gewebthiere (Metazoa).

Eine geſchlechtliche Generation, die Eizellen und Spermazellen bildet, wechſelt ab mit einer oder mehreren neutralen Generationen, die ſich durch Knoſpen oder Sporen vermehren. Bei dem primären fortſchreitenden Generationswechſel (Metagonia progressiva oder Alternogonia) vermehren ſich die Neutral-Generation (Polypen) durch Knoſpung oder Theilung, die Geſchlechtsthiere (Meduſen) durch befruchtete Eier. Bei dem ſecundären rückſchreitenden Generationswechſel (Metagonia regressiva oder Heterogonia) vermehrt ſich die Neutral-Generation parthenogenetiſch (durch unbefruchtete Eier): Blattläuſe (Aphida); Flohkrebſe (Daphnida).

Zwölftes Kapitel.

Bewegung.

Mechanik des Plasma. Phoronomie. Flimmerbewegung. Muskelbewegung. Willensfreiheit.

„Das bis dahin ungelöste Räthsel der thierischen Bewegung erscheint uns nun, wenn sich die Oberflächenspannungs-Theorie durch weitere Prüfungen bewährt, als ein einfaches Problem der Physik und Chemie. Man erkennt daraus, mit wie wenig Recht von Manchen behauptet worden ist, daß die eigentlichen Phänomene des Lebens, insbesondere die Bewegung der Organismen, einer naturwissenschaftlichen Erklärung nicht vollkommen zugänglich seien, oder daß es in der lebenden Substanz noch eine besondere Energie-Form gäbe, welche in der todten Natur nicht vorkommt."

Julius Bernstein (1902).

Inhalt des zwölften Kapitels.

Mechanik als Bewegungslehre (Kinematik und Phoronomie). Chemismus der vitalen Bewegung. Active und passive Bewegungen. Quellungs-Bewegungen. Imbibitions-Mechanismen. Autonome und reflexive Bewegungen. Wille und Wollen. Gemischte Bewegungen. Wachsthumsbewegungen. Richtung der Lebensbewegung. Richtung der Krystallisationskraft. Richtung der Kosmokinese. Bewegungen der Protisten. Amoeboide, myophaene, hydrostatische, secretorische, vibratorische Bewegungen; Geißeln und Wimpern. Bewegungen der Histonen, der Metaphyten und der Metazoen. Ortsbewegung der Gewebthiere; Flimmerbewegung und Muskelbewegung. Hautmusculatur. Active und passive Bewegungsorgane. Sternthiere, Gliederthiere, Wirbelthiere, Säugethiere. Bewegungen des Menschen.

Literatur.

Isaac Newton, 1687. Philosophiae naturalis principia mathematica. London.

Johannes Müller, 1822. De phoronomia animalium. Bonn. Von den Bewegungen, IV. Buch der Physiologie des Menschen, 1833. Coblenz.

Eugen Dühring, 1873. Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik. (3. Aufl., 1887.)

Heinrich Hertz, 1894. Die Principien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Bonn.

Ernst Mach, 1897. Die Mechanik in ihrer Entwickelung. Historisch-kritisch dargestellt. 3. Aufl., Leipzig.

Ernst Haeckel, 1862. Monographie der Radiolarien. Berlin.

Max Verworn, 1892. Die Bewegung der lebendigen Substanz. Eine vergleichend-physiologische Untersuchung der Contractions-Erscheinungen. Jena.

Derselbe, 1894. Vom Mechanismus des Lebens. VI. Kapitel der Allgemeinen Physiologie. 4. Aufl., 1904.

Julius Bernstein, 1902. Die Kräfte der Bewegung in der lebenden Substanz. Braunschweig.

Wilhelm Engelmann, 1879. Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung, in Hermanns Handbuch der Physiologie, Band I.

Max Kassowitz, 1904. Die dynamischen Leistungen des Protoplasma. III. Band der Allgemeinen Biologie. Wien.

Arnold Lang, 1888. Ueber den Einfluß der festsitzenden Lebensweise auf die Thiere. Jena.

Traugott Trunk (R. Kurt), 1902. Das Willensproblem in systematischer Entwickelung und kritischer Beleuchtung. Weimar.

Paul Rée, 1903. Die Willensfreiheit. (Philosophie.) Berlin.

Alle Dinge in der Welt befinden sich in unaufhörlicher Bewegung: Universum perpetuum mobile! Nirgends herrscht wirkliche Ruhe; immer ist der Ruhezustand nur scheinbar oder relativ. Die Wärme selbst, die beständig wechselt, ist nichts als Bewegung. Im ewigen Kreislaufe der Weltkörper treiben sich die unzähligen Sonnen und Planeten rastlos im unendlichen Weltraum umher. Bei jeder chemischen Verbindung und Zersetzung bewegen sich die Atome, die kleinsten Massentheilchen, und die Molecüle, die sich aus den Atomen zusammensetzen. Der unaufhörliche Stoffwechsel der lebendigen Substanz ist mit beständiger Bewegung ihrer Massentheilchen, mit Aufbau und Zerfall der Plasma-Molecüle verknüpft. Von allen diesen elementaren Bewegungen der Substanz sehen wir hier ab und beschränken uns auf eine kurze Betrachtung derjenigen Bewegungsformen, die dem organischen Leben eigenthümlich sind, und auf eine Vergleichung derselben mit den entsprechenden Bewegungen der anorganischen Naturkörper.

Mechanik (Kinematik und Phoronomie). Der Begriff der Bewegungslehre oder Mechanik wird gegenwärtig in sehr verschiedenem Sinne gebraucht: 1. in weitestem Umfange für die gesammte Weltanschauung, bald mit dem Monismus, bald mit dem Materialismus gleichbedeutend; 2. im engeren Sinne als die physische Bewegungslehre, die Wissenschaft von den Gesetzen des Gleichgewichts und der Bewegung in der gesammten Natur (organische und anorgische); 3. im engsten Umfang als Theil der Physik, als Dynamik oder Lehre von den bewegenden Kräften

(im Gegensatze zur Statik oder Gleichgewichtslehre); 4. im rein mathematischen Sinne, als Kinematik, als Theil der Geometrie, zur mathematischen Bestimmung der Bewegungs-Größen; 5. im biologischen Sinne, als Phoronomie, als Wissenschaft von den räumlichen Bewegungen der Organismen. Indessen haben diese verschiedenen Begriffs-Bestimmungen keineswegs allgemeine Anerkennung und praktische Geltung erlangt und werden oft vielfach verwechselt. Am zweckmäßigsten dürfte es sein, wie wir hier thun wollen, im Anschluß an Johannes Müller den Begriff der Phoronomie auf die Lehre von den vitalen Bewegungen zu beschränken, die ausschließlich den Organismen zukommen; im Gegensatze zur Kinematik, als der exacten Wissenschaft von den anorgischen Bewegungen aller Körper. Als reales materielles Object der Phoronomie tritt uns auch hier wieder zunächst das Plasma entgegen, als die „lebendige Substanz", die das materielle Substract aller activen Lebensbewegungen bildet.

Chemismus der vitalen Bewegung. Nach unserer monistischen Auffassung des organischen Lebens besteht dessen tiefstes Wesen allgemein in einem chemischen Proceß, und dieser ist bedingt durch zusammenhängende Bewegungen der Plasma-Molecüle und der sie zusammensetzenden Atome. Da wir diesen Stoffwechsel bereits im 10. Kapitel erörtert haben, beschränken wir uns hier auf den Hinweis, daß sowohl die allgemeinen Erscheinungen der molecularen Plasma-Bewegung, als deren besondere Richtung in den einzelnen Arten der Pflanzen und Thiere, im Princip auf jenen Chemismus zurückzuführen ist, mithin denselben Gesetzen der Mechanik unterliegt, wie alle chemischen Processe in organischen und anorgischen Naturkörpern. Wir betonen dabei unseren besonderen Gegensatz gegen den Vitalismus, der in der Richtung der Plasma-Bewegung den übernatürlichen Einfluß der mystischen Lebenskraft oder der Dominanten-Gespenster (Reinke) erblickt. Dagegen stimmen wir Ostwald bei, der auch diese verwickelten Bewegungen auf Energie-Umsatz im Plasma, d. h. in letzter In-

stanz auf Umwandlung chemischer Energie zurückführt. In Bezug auf die sichtbaren Bewegungen der Lebewesen, die uns jetzt allein beschäftigen, müssen wir zunächst passive und active, und unter den letzteren reflexive und autonome unterscheiden.

Active und passive Bewegungen. Viele Bewegungs-Erscheinungen an lebenden Organismen, die der Laie dem „Leben" selbst zuzuschreiben geneigt ist, sind rein passive und entweder durch äußere Ursachen bedingt, die nicht vom lebendigen Plasma ausgehen, oder durch die physikalische Beschaffenheit der organischen, aber nicht mehr lebendigen Substanz. Zu den rein passiven Bewegungen, die eine große Rolle in der Bionomie und Chorologie spielen, gehören die Strömungen des Wassers und Windes; sie rufen beträchtliche Ortsveränderungen und „passive Wanderungen" von Thieren und Pflanzen hervor. Rein physikalisch ist die sogenannte „Brown'sche Molecular-Bewegung", die man im Plasma sowohl von todten als von lebendigen Zellen bei starker Vergrößerung beobachten kann. Wenn feinste Körnchen (z. B. feiner Kohlenstaub) in einer Flüssigkeit von bestimmter Consistenz gleichmäßig vertheilt sind, bewegen sie sich ununterbrochen zitternd oder tanzend um einander; diese Bewegung der festen Körnchen ist passiv, bedingt durch die Stöße der unsichtbaren Molecüle der Flüssigkeit, die fortwährend an einander prallen. Bei den Rhizopoden, jenen merkwürdigen Protozoen, deren einzelliger Organismus so vieles Licht auf die dunkeln Geheimnisse der „Lebenswunder" wirft, beobachtet man eine auffällige „Körnchenströmung" am lebenden Plasma; im inneren Cytoplasma der Amoeben wandern Körnchen nach verschiedenen Richtungen hin und her; auf den langen dünnen Plasmafäden oder „Pseudopodien", die vom einzelligen Körper der Radiolarien und Thalamophoren ausstrahlen, bewegen sich Tausende feiner Körnchen hin und her, wie Spaziergänger auf einer Landstraße. Diese Bewegung geht nicht von den passiven Körnchen aus, sondern von den activen unsichtbaren Molecülen des Plasma, die ihre Lage gegen einander beständig verändern.

Ebenso sind auch die Bewegungen der Blutzellen, die man im Blutstrome eines durchsichtigen jungen Fischchens oder im Schwanze der Froschlarve unter dem Mikroskope beobachten kann, nicht durch die Lebensthätigkeit der Blutzellen selbst bedingt, sondern durch den Blutstrom, dessen Ursache die Herzthätigkeit ist.

Quellungs-Bewegungen (Imbibitions-Mechanismen). Eine wichtige Rolle im Leben vieler Organismen, namentlich höherer Pflanzen, spielt diejenige physikalische Erscheinung, die man als Quellung oder Imbibition bezeichnet; sie beruht darauf, daß Wasser zwischen die Molecüle fester Körper (— von diesen durch „Molecular-Attraktion" angezogen —) eindringt und sie auseinander treibt. Dadurch wird das Volumen des festen Körpers vergrößert und werden Bewegungen hervorgerufen, die den Anschein vitaler Processe erwecken können. Bekanntlich ist die Energie solcher „quellender" Körper ganz gewaltig; so kann man durch Eintreiben eines in Wasser getauchten Holzkeils, der sich ausdehnt, große Steine und Felsblöcke spalten. Da gerade die Cellulose-Membran der Pflanzenzellen diese „Quellungsfähigkeit" oder das Imbibitions-Vermögen in hohem Maße besitzt (— ebenso an der lebendigen wie an der todten Zelle —), sind die dadurch bedingten Bewegungen von großer physiologischer Bedeutung. Besonders ist das der Fall, wenn die Quellung der Zellwand einseitig ist und eine Krümmung der Zelle hervorruft. In Folge ungleicher Spannung beim Austrocknen vieler Früchte springen dieselben auf und schleudern ihre Samen weit fort (z. B. beim Mohn, Löwenmaul u. s. w.). Auch die Mooskapseln entleeren ihre Sporen in Folge von Quellungskrümmung (der Zähne der Urnenmündung). Die hygroskopischen Früchte des Reiherschnabels (Erodium) sind in trockenem Zustande schraubenförmig aufgerollt, in feuchtem Zustande gestreckt; sie werden daher als Hygrometer zur Construction von „Wetterhäuschen" benutzt. Die sogenannten „Auferstehungspflanzen" (Anastatica, die „Rose von Jericho", und Selaginella lepidophylla), die in trockenem Zustande faustartig zusammengekrümmt sind, breiten ihre Blätter

angefeuchtet flach aus (indem die Blätter auf der Innenseite stark quellen). Eine wirkliche „Wiedererweckung des Lebens" (— wie Viele glauben —) findet dabei ebenso wenig statt, wie bei der mythologischen „Auferstehung des Fleisches". Ueberhaupt sind diese Quellungsphänomene keine activen „Lebenserscheinungen"; sie sind vom lebenden Plasma unabhängig und lediglich durch die physikalische Beschaffenheit der todten Zellmembran bedingt.

Autonome und reflexive Bewegungen (Spontane und paratonische Motionen). Im Gegensatze zu diesen passiven Bewegungen der Organismen stehen die activen Bewegungen, die vom lebendigen Plasma ausgehen. Allerdings sind auch sie im letzten Grunde ganz ebenso auf physikalische Gesetze zurückzuführen, wie die ersteren. Allein ihre Ursachen liegen nicht so einfach und klar zu Tage; sie sind vielmehr an die verwickelten chemischen Molecular-Vorgänge im lebenden Plasma geknüpft, von deren physikalischer Gesetzmäßigkeit wir zwar überzeugt sind, deren complicirten Mechanismus wir aber zur Zeit noch nicht kennen. Wir können die zahlreichen verschiedenen Bewegungen, die so als vitale im engeren Sinne erscheinen, und die früher besonders als Beweise für die mystische „Lebenskraft" galten, in zwei Gruppen bringen, je nachdem der Reiz, dessen Empfindung die Bewegung hervorruft, direct wahrnehmbar ist oder nicht. Im ersten Falle handelt es sich um sogenannte Reizbewegungen (reflexive oder paratonische Motionen), im letzteren Falle um sogenannte Willensbewegungen (autonome oder spontane Motionen). Da bei diesen letzteren der Wille scheinbar frei ist, werden sie von vielen Physiologen außer Betracht gelassen und in das „metaphysische" Gebiet der Psychologen verwiesen. Nach unserer monistischen Ueberzeugung ist das ein schwerer Irrthum, den der sogenannte „Psychonomismus" nicht durch Berufung auf eine falsche (rein introspective) Erkenntniß-Theorie entschuldigen kann. Vielmehr ist auch der bewußte Wille (— gleich der „bewußten Empfindung" —) ebenso ein physikalischer und chemischer Proceß, wie die unbewußte oder unwillkürliche Be-

wegung (— gleich dem „unbewußten Gefühl“ —). Beide sind in gleichem Maße dem allmächtigen „Substanz-Gesetze“ unterworfen. Nur sind uns die äußeren Reize, welche die Reflexbewegungen hervorrufen, größtentheils bekannt und experimentell erforschbar — dagegen die inneren Reize, die dem Willen zu Grunde liegen, größtentheils unbekannt und nicht direct der Erforschung zugänglich; sie sind durch die complicirte Structur des Psychoplasma bedingt, die durch phylogenetische Processe im Laufe vieler Jahrmillionen allmählich erworben wurde.

Wille und Wollen. Das große Welträthsel des Willens und der Willensfreiheit — das siebente und letzte „Welträthsel“ von Dubois-Reymond, habe ich bereits früher eingehend besprochen. („Welträthsel“, Kapitel 7.) Da aber die auffälligen Widersprüche über diese schwierige psychologische Frage, die Unklarheit über deren eigentlichen Grund und die dadurch hervorgerufene Verwirrung immer noch fortdauern, muß ich hier nochmals darauf kurz zurückkommen. Zunächst mag daran erinnert werden, daß es am richtigsten ist, den Begriff des Willens (Voluntas) auf die zweckmäßigen, mit Bewußtsein verknüpften Bewegungs-Vorgänge im Central-Nervensystem des Menschen und der höheren Thiere zu beschränken, dagegen die entsprechenden unbewußten Vorgänge im Psychoplasma niederer Thiere sowie aller Pflanzen und Protisten als Strebungen oder Triebe (Tropismen) zu bezeichnen. Denn nur jener zusammengesetzte Mechanismus der vollkommeneren Gehirnstructur bei den höheren Thieren, in Verbindung mit differenzirten Sinnesorganen einerseits, mit Muskeln anderseits, ermöglicht die zweckmäßigen oder mit Absicht auf ein bestimmtes Ziel gerichteten Handlungen, die wir als Wollen zu bezeichnen gewohnt sind.

Gemischte Bewegungen. So klar zunächst der Unterschied zwischen der willkürlichen (autonomen) und der unwillkürlichen (reflexiven) Bewegung im Princip erscheint, so wenig läßt er sich praktisch überall durchführen. Erstens können wir uns leicht über-

zeugen, daß beide Formen der Bewegung ohne scharfe Grenze in einander übergehen (ähnlich wie bewußte und unbewußte Empfindung); dieselbe Handlung, die zuerst als bewußter Willensact erscheint (z. B. beim Gehen, Sprechen u. s. w.), kann im nächsten Moment als unbewußte Reflexthat wiederholt werden. Zweitens giebt es viele und wichtige gemischte Bewegungen oder instinctive Motionen, bei denen der Anstoß (oder die Auslösung) theils durch innere, theils durch äußere Reize bedingt wird. Dahin gehören namentlich die wichtigen Wachsthums-Bewegungen.

Wachsthums-Bewegungen. Jeder Naturkörper, der wächst, dehnt sich aus, nimmt einen größeren Raum ein und führt also gewisse Bewegungen der Theilchen aus; das gilt ebenso für die anorgischen Krystalle wie für die lebenden Organismen. Aber wichtige Unterschiede im Wachsthum beider beruhen erstens darauf, daß die Krystalle durch äußere Anlagerung neuer Theilchen (Apposition) wachsen, die Zellen hingegen durch Aufnahme neuer Theilchen in das Innere des Plasma (Intussusception; vergl. Kapitel 10). Zweitens wirken beim Wachsthum, das die ganze Gestaltung des Organismus bedingt, stets zwei wichtige Factoren zusammen, der innere Reiz, der auf der specifischen chemischen Constitution der Art oder Species beruht und durch Vererbung übertragen ist, und der äußere Reiz, der unmittelbar durch Licht, Wärme, Schwere und andere physikalische Bedingungen der umgebenden Außenwelt gegeben ist und die Anpassung bedingt (Phototaxis, Thermotaxis, Geotropismus u. s. w.).

Richtung der Lebensbewegungen. Eine besondere Eigenthümlichkeit vieler vitaler Bewegungs-Erscheinungen (— aber durchaus nicht aller! —) ist die bestimmte Richtung derselben; man bezeichnet sie vielfach als „zielbewußte“. In teleologischem Sinne aufgefaßt, bildet sie einen der beliebtesten und gewichtigsten Beweisgründe für die dualistische Naturbetrachtung des alten und neuen Vitalismus. Besonders hat so Baer die „Zielstrebigkeit“ aller Lebensbewegung betont. Einen bestimmteren Ausdruck hat

ihr neuerdings Reinke (l. c.) gegeben. Seine „Dominanten" sind „intelligente Richtkräfte", principiell verschieden von allen Energieformen oder Naturkräften und dem Substanzgesetze nicht unterworfen. Diese metaphysischen „Lebensgeister" sind gleichbedeutend mit den unsterblichen „Seelen" in der dualistischen Psychologie oder mit den „Emanationen Gottes" in der älteren Theosophie; sie sollen nicht allein die besondere Entwickelung und Gestaltung jeder Thier- und Pflanzenart regeln und nach einem vorbestimmten Ziele hinlenken, sondern auch alle einzelnen Bewegungen des Organismus und seiner Organe bis zu den Zellen herab bestimmen. Diese „hyperenergetischen Kräfte" sind gleichbedeutend mit dem „organisirenden Princip" und dem „unbewußten Willen" von Eduard Hartmann, den „ordnenden, das Protoplasma beherrschenden Kräften" von Hanstein u. A. Alle diese metaphysischen, supranaturalistischen und teleologischen Vorstellungen, ebenso die älteren mystischen Ideen von der besonderen „Lebenskraft" beruhen darauf, daß die urtheilende Vernunft durch die scheinbare Willensfreiheit und die zweckmäßige Organisation der höheren Organismen geblendet ist. Dabei wird die Thatsache übersehen, daß jene Zielstrebigkeit aus den einfachen physikalischen Bewegungen niederer Organismen phylogenetisch entstanden ist. Anderseits wird die bestimmte „Richtung der anorganischen Energieformen" übersehen oder geleugnet, und doch ist diese ebenso offenbar in der Entstehung jedes Krystalls wie in der Composition des ganzen Weltgebäudes, in der Windrichtung wie in dem Planetenkreislauf. Es ist daher wichtig, diese beiden Formen der mechanischen Energie stets im Auge zu behalten, und ihre Wesenseinheit mit der vitalen Bewegungsrichtung zu betonen.

Richtung der Krystallisationskraft. Die Massenbewegung, die im einfachen chemischen Körper bei der Krystallbildung wirksam ist, zeigt ebenso eine ganz bestimmte Richtung wie diejenige, die im Plasma bei der Zellbildung sich äußert. In dieser wie in anderer Beziehung war der Vergleich der Zelle mit dem Krystall, den schon

die Gründer der Zellentheorie, Schleiden und Schwann, 1838 aufstellten, durchaus berechtigt, obwohl er in anderer Hinsicht nicht zutreffend war. Wenn der Krystall in einer Mutterlauge sich bildet, ordnen sich die gleichartigen Theilchen der chemischen Substanz in ganz bestimmter Richtung und Zusammenlagerung, so daß mathematisch bestimmte Symmetrie-Ebenen und Axen im Inneren, Kanten und Winkel an der Oberfläche entstehen. Die neuere Krystallographie unterscheidet danach gewöhnlich sechs verschiedene „Krystall-Systeme". Unter verschiedenen Bedingungen kann aber auch eine und dieselbe Substanz in zwei oder sogar drei verschiedenen Systemen krystallisiren (Dimorphismus und Trimorphismus der Krystalle); so krystallisirt z. B. der kohlensaure Kalk als Kalkspath im hexagonalen, als Arragonit im rhombischen System. Wenn Reinke consequent denken könnte, so müßte er auch für jeden Krystall eine Dominante annehmen, die die Lagerung und Richtung der Massentheilchen bei dessen Entstehung bedingt. Seltsamer Weise behauptet er (1899, S. 142), daß die Richtung „keine meßbare Größe sei", wie die Energie, und daher nicht gleich dieser dem Substanz-Gesetze unterworfen. Man kann die „Richtung der bildenden Kraft" beim Krystall eben so gut mathematisch bestimmen wie bei der Zelle.

Richtung der Kosmokinese. Wenn wir unter dem Begriffe der Kosmokinese die Gesammtheit der Bewegungen der Himmelskörper im Weltraum zusammenfassen, so können wir eine bestimmte Richtung derselben im Einzelnen nicht leugnen, wenn uns auch ihre näheren Verhältnisse theilweise noch unbekannt sind. Wir berechnen und kennen die Abstände und Geschwindigkeiten sowie die Bewegungsrichtung der kreisenden Planeten um unsere Sonne mathematisch genau; wir schließen aus unseren astronomischen Beobachtungen und Berechnungen, daß eine gleiche Gesetzmäßigkeit auch die Bewegungen der zahllosen übrigen Weltkörper im unendlichen Weltraum beherrscht. Aber wir kennen weder den ersten Anstoß zu diesen verwickelten Bewegungen noch ihr endliches Ziel.

Nur können wir aus den großartigen Entdeckungen der modernen Physik, gestützt auf die Spectral-Analyse und die Photographie des Himmels, den Schluß ziehen, daß das universale Substanz-Gesetz einerseits, das Entwickelungsgesetz des ewigen „Werdens und Vergehens" anderseits die bewegliche Gesellschaft der riesigen Himmelskörper gerade so beherrscht wie das lebendige Gewimmel der winzigen Organismen, die unseren kleinen Planeten Erde seit Jahrmillionen bewohnen. Reinke sollte doch consequenter Weise (— besonders da er gläubiger Theist und Bibelkenner ist! —) die kosmische Intelligenz des höchsten Wesens in diesen Bewegungen der Weltkörper und dessen Emanationen, die „Dominanten", in der thatsächlichen Richtung ihrer Bewegungen ebenso bewundern, wie er es in den Plasma-Strömungen der kleinen organischen Wesen thut!

Bewegungen der Protisten. Die mannigfache Abstufung der Lebens-Bewegungen, die uns in den höheren Organismen überall entgegentritt, findet sich schon innerhalb des Protistenreiches ausgeprägt. Von größtem Interesse sind hier zunächst wieder die Chromaceen, als die einfachsten Formen der vegetalen Moneren, und die Bakterien, die wir als die entsprechenden, durch Metasitismus aus ihnen hervorgegangenen Formen der animalen Moneren betrachten. Da bei diesen „kernlosen Urzellen" mikroskopisch eine „zweckmäßige Organisation" nicht nachzuweisen ist, und verschiedene Organe in ihrem homogenen Plasmakörper nicht wahrnehmbar sind, müssen wir auch ihre Bewegungen als unmittelbare Wirkungen ihrer chemischen Molecular-Structur betrachten. Dasselbe gilt aber auch für sehr viele kernhaltige Zellen, sowohl unter den Protophyten als unter den Protozoen; nur sind hier die Verhältnisse deshalb nicht so einfach, weil bei der indirecten Zelltheilung sowohl der Zellkern selbst als der umgebende Zellenleib verwickelte feinere Bewegungs-Vorgänge im Plasma erkennen lassen (Karyokinese). Von diesen abgesehen, ist aber bei vielen einzelligen Wesen (z. B. Paulotomeen, Calcocyteen) nichts wahr-

zunehmen, was als „vitale Bewegung“ zu deuten wäre. Auf der Grenze zwischen organischer und anorgischer Natur stehen auch in Bezug auf die Bewegungs-Erscheinungen die einfachsten Formen der Chromaceen, die Chroococcaceen. Nur die geringen Formveränderungen, die bei der Vermehrung derselben durch Theilung eintreten, lassen bei diesen structurlosen Plasmakugeln die Lebensbewegung direct wahrnehmen. Die inneren Molecular-Bewegungen der lebendigen Substanz, die den einfachen plasmodomen Stoffwechsel und ihr Wachsthum bewirken, entziehen sich unseren Blicken. Die Fortpflanzung selbst, in ihrer einfachsten Form als Selbsttheilung, erscheint nur als überschüssiges Wachsthum, welches das individuelle Größenmaß der homogenen Plasma-Kugel überschreitet (vergl. Kapitel 9 und 10).

Innere Plasma-Bewegungen (Plasmokineses). Die große Mehrzahl der Protisten erscheint individuell in Gestalt einer echten, kernhaltigen Zelle. Hier lassen sich also schon zwei verschieden gerichtete Bewegungsformen im einzelligen Organismus unterscheiden, innere im Karyoplasma des Zellkerns, äußere im Cytoplasma des Zellenleibes; beide treten in innige Wechselbeziehung während der merkwürdigen partiellen Kernlösung (Karyolyse). Bei dieser Umbildung und theilweisen Lösung ihrer Formbestandtheile beobachten wir während der indirecten Zelltheilung verwickelte, ihrer Bedeutung nach uns nur unvollkommen bekannte Bewegungen, die sowohl von den Chromatin-Körnern als den Achromin-Fäden ausgeführt werden, und die man unter dem Begriffe der Kernbewegung (Karyokinese) zusammengefaßt hat; sie werden neuerdings rein physikalisch zu deuten gesucht. Dasselbe gilt von den inneren „Plasmaströmungen“, wie sie sowohl in den Plasmodien der Amoeben und Mycetozoen als im Endoplasma vieler Protophyten und Protozoen zu beobachten sind.

Amoeboide Bewegungen. Die langsamen Verschiebungen der Plasma-Molecüle, die diesen inneren Plasma-Bewegungen zu Grunde liegen, veranlassen weiterhin an einfachen nackten Zellen

auch vielfach äußere Formveränderungen; an ihrer Oberfläche treten wechselnde, Lappen oder Fingern ähnliche Fortsätze hervor, die Lappenfüßchen (Lobopodia). Da sie an den gemeinen Amoeben (nackten kernhaltigen Zellen einfachster Art) am besten zu beobachten sind, bezeichnet man sie als amoeboide Bewegungen. An sie schließt sich die wechselvolle Bewegung der größeren Rhizopoden an, der Radiolarien und Thalamophoren. Hier strahlen Hunderte feiner Fäden von der Oberfläche des nackten Plasmakörpers aus; auch die wechselvolle Bildung dieser Scheinfüßchen (Pseudopodia), ihre Verästelung und Netzbildung (— ohne bestimmte Richtung! —), wird von neueren genauen Kennern der Rhizopoden, wie Bütschli, Richard Hertwig, Rhumbler u. A., auf rein physikalische Ursachen zurückzuführen gesucht.

Schwieriger ist dies schon bei den höchst differenzirten Protozoen, bei den Infusorien; hier erreicht die freie Ortsbewegung des einzelligen Urthieres eine größere Vollendung dadurch, daß constante haarförmige Fortsätze (einzelne lange Geißeln bei den Flagellaten, viele kurze Wimpern bei den Ciliaten) aus der Zellenoberfläche hervortreten und durch abwechselnde Zusammenziehung (Contraction) und Ausdehnung (Expansion) in ähnlicher Weise bewegt werden, wie die Gliedmaßen, Tentakeln und Beine bei den höheren Thieren. Die anscheinende Willkür und die mannigfaltige Modulation in den wechselnden Bewegungen dieser Zellenfüßchen gleicht bei vielen Infusorien so sehr den autonomen Willensbewegungen bei Metazoen, daß gerade aus diesem Grunde viele Infusorien-Forscher eine individuelle (— sogar bewußte —) Zellseele bei ihnen annehmen. Der Unterschied in den mannigfaltigen motorischen Lebensäußerungen ist also schon innerhalb des Protistenreiches sehr bedeutend. Einerseits schließen sich die niedersten Moneren (Chromaceen) unmittelbar an die anorganischen Erscheinungen an. Anderseits zeigen die höchst entwickelten Infusorien (Ciliaten) in ihren differenzirten und autonomen Bewegungen so viel Aehnlichkeit mit höheren Thieren, daß man

ihnen ebenso gut wie diesen einen „freien Willen" zuschreiben könnte. Auch hier existirt keine scharfe Grenze.

Myophaen-Bewegung. Bei einem großen Theile der höheren Protozoen entwickeln sich bereits differenzirte Bewegungsorgane, die den Muskeln der Metazoen vergleichbar sind. Im Entoplasma sondern sich fadenförmige, contractile Gebilde, die gleich den Muskelfäserchen oder Myofibrillen der Metazoen die Fähigkeit besitzen, sich in einer bestimmten Richtung zusammenzuziehen und wieder auszudehnen. Solche Myophaene oder Myonemen bilden bei vielen Infusorien, sowohl Ciliaten als Flagellaten, eine besondere dünne Schicht von parallel gelagerten oder gekreuzten Fasern unterhalb des Exoplasma oder der hyalinen Hautschicht der Zelle. Die metabolische Körperform der Infusionsthierchen kann durch ihre autonome Contraction vielfach verändert werden. Eigenthümliche Myophaene sind die Myophrisken der Acantharien, contractile Fäden, welche die Radialstacheln dieser Radiolarien in Kränzen umgeben. Sie setzen sich an ihrer äußeren Gallerthülle, dem Calymma, an und bewirken durch ihren Zug dessen Ausdehnung, mithin eine Verminderung des specifischen Gewichts.

Hydrostatische Bewegungen der Protisten. Viele im Wasser lebende Protophyten und Protozoen besitzen die Fähigkeit autonomer oder selbständiger Ortsbewegung, und oft erweckt diese den Anschein der Willensthätigkeit. In den einfachsten Urthieren des süßen Wassers gehören die Arcellinen oder Thecolobosen (Difflugia, Arcella), kleine Rhizopoden, die sich von den nackten Amoeben durch den Besitz einer festen Schale auszeichnen. Gewöhnlich kriechen sie im Schlamme des Bodens umher; unter Umständen steigen sie aber auch an die Oberfläche des Wassers empor. Wie Wilhelm Engelmann gezeigt hat, bewirken sie die hydrostatische Bewegung mittelst einer kleinen Blase von Kohlensäure, die ihren einzelligen Körper gleich einem Luftballon ausdehnt; das specifische Gewicht des Zellenleibes, der an sich schwerer als Wasser ist, wird dadurch genügend herabgesetzt. In ähnlicher Weise steigen

die zierlichen Radiolarien, die schwebend (als Plankton) in verschiedenen Tiefen des Meeres leben, in demselben auf und nieder. Ihr einzelliger (ursprünglich kugeliger) Körper wird durch eine Membran in eine innere feste Centralkapsel und eine äußere weiche Gallerthülle geschieden. Letztere, als Calymma bezeichnet, ist von vielen Wasserbläschen oder Vacuolen durchsetzt. In Folge osmotischer Processe kann in diesen Vacuolen Kohlensäure abgesondert oder reines Wasser (ohne die Salze des Meerwassers) imbibirt werden; dadurch wird das specifische Gewicht der Zelle vermindert, und sie steigt zur Oberfläche empor. Wenn sie wieder sinken und sich schwerer machen will, platzen die Vacuolen und entleeren ihren leichteren Inhalt. Diese hydrostatischen Bewegungen der Radiolarien (für welche bei den Acantharien sich die Myophrisken als noch complicirtere Einrichtungen entwickelt haben) erreichen mit einfachen Mitteln denselben motorischen Zweck, der bei den Siphonophoren und Fischen durch die luftgefüllte, willkürlich zusammendrückbare Schwimmblase erreicht wird.

Secret-Bewegungen der Protisten. In sehr eigenthümlicher Weise verändert eine Anzahl von Einzelligen ihre Lage dadurch, daß sie an einer Seite ihres Körpers einen zähen Schleim absondern und diesen an der Unterlage festkleben. Indem die Secretion fortdauert, entsteht ein längerer Gallertstiel, an dem sich die Zelle langsam gleitend fortschiebt, ähnlich wie ein Boot mittelst einer Ruderstange. Unter den Protophyten zeigen diese secretorische Ortsbewegung viele Desmidiaceen und Diatomeen, unter den Protozoen einige Gregarinen und Rhizopoden. Auch die eigenthümlichen schwankenden Bewegungen der Oscillarien (— fadenförmige Ketten von blaugrünen, kernlosen Zellen, den Chromaceen nächst verwandt —) werden durch Schleimsecretion bewirkt. Dagegen ist es von den gleitenden Bewegungen vieler Diatomeen wahrscheinlich, daß sie durch feine Fortsätze (Flimmerhärchen?) des Plasma bewirkt werden, die entweder aus der Naht (Raphe) der zweiklappigen Kieselschale oder durch deren feine Poren hervortreten.

Flimmer-Bewegung der Protisten (Vibration). Besonders wichtig für leichte und schnelle Ortsbewegung vieler Einzelligen ist die Bildung von feinen haarförmigen Fortsätzen an der Oberfläche ihres Körpers; man bezeichnet sie im weitesten Sinne als Flimmerhaare (Vibratoria). Wenn nur wenige lange, peitschenartige Fäden vortreten, nennt man sie Geißeln (Flagella), zahlreiche kurze hingegen Wimpern (Ciliae). Geißelbewegung findet sich schon bei einem Theile der Bakterien, besonders aber bei den mastigophoren „Geißel-Infusorien"; bei den Mastigoten unter den Protophyten, bei den Flagellaten unter den Protozoen. Gewöhnlich entspringen hier ein oder zwei, selten mehr, lange und sehr dünne peitschenförmige Fortsätze aus einem Pole der Längsaxe des eiförmigen, rundlichen oder langgestreckten Zellkörpers. Diese Peitschen oder Geißeln (Flagella) werden (— anscheinend oft willkürlich —) in verschiedener Weise schwingend bewegt und dienen nicht allein zum Schwimmen oder Kriechen, sondern auch zum Fühlen und Ergreifen der Nahrung. Aehnliche Geißelzellen (Cellulae flagellatae) kommen aber auch im Körper von Gewebthieren weit verbreitet vor, gewöhnlich in einer ausgedehnten Schicht an der inneren oder äußeren Oberfläche dicht an einander gelagert (Geißel-Epithelien). Wenn sich einzelne Geißelzellen aus diesem Verbande lösen, können sie eine Zeit lang (als partielle Bionten, S. 172) selbständig weiter leben, ihre Bewegungen fortsetzen und freien Geißel-Infusorien gleichen. Dasselbe gilt von den Schwärmsporen vieler Algen und von den merkwürdigsten aller Geißelzellen, den Spermien oder Samenkörperchen der Thiere und Pflanzen. Sie gleichen meistens einer Stecknadel, indem ein rundliches, meist eiförmiges oder birnförmiges, oft auch stabförmiges Köpfchen in einen langen und dünnen Faden ausläuft. Als man ihre lebhaften wimmelnden Bewegungen in dem schleimartigen männlichen Samen des Menschen (— von dem jedes Tröpfchen Millionen enthält —) vor 200 Jahren zuerst entdeckte, hielt man sie wirklich für selbständige Thiere, gleich den Infusorien, und gab ihnen den

Namen „Samenthierchen“ (Spermatozoa). Erst viel später (vor 60 Jahren) brach sich die Erkenntniß Bahn, daß sie abgelöste Drüsenzellen sind, deren Aufgabe in der Befruchtung der Eizelle besteht (vergl. S. 279). Zugleich ergab sich, daß ähnliche Flimmerzellen auch bei vielen Pflanzen vorkommen (Algen, Moosen und Farnen). Manche von diesen letzteren (z. B. die Spermatozoiden der Cycadeen) besitzen statt weniger langer Geißeln zahlreiche kurze Wimpern (Ciliae) und gleichen den höher entwickelten Wimper-Infusorien (Ciliata).

Die Wimperbewegung der Ciliaten erscheint deshalb als die vollkommenere Form der Flimmerbewegung, weil die zahlreichen kurzen Wimperhaare von den Wimper-Infusorien bereits zu verschiedenen Zwecken gebraucht werden und demgemäß durch Arbeitstheilung verschiedene Formen angenommen haben. Die einen Cilien werden zum Laufen oder Schwimmen benutzt, andere zum Greifen und Tasten u. s. w. In socialen Verbänden treten die Wimperzellen im Wimperepithel höherer Thiere auf, z. B. in der Lunge, Nasenhöhle, Eileiter der Wirbelthiere.

Bewegungen der Histonen. Während bei den einzelligen, keine Gewebe bildenden Protisten alle vitalen Bewegungen unmittelbar als active Functionen des Plasma der einzelnen Zelle erscheinen, sind dieselben dagegen bei den Histonen, den vielzelligen und gewebebildenden Organismen, das Resultat der vereinigten Bewegungen der zahlreichen Zellen, die das Gewebe zusammensetzen. Eine genaue anatomische Untersuchung und experimentelle physiologische Prüfung der motorischen Processe hat daher bei den Histonen zunächst wieder die Natur und Thätigkeit der besonderen, zum Gewebe verbundenen Zellen zu untersuchen, sodann aber die Structur und die Functionen des Gewebes selbst. Wenn wir von dieser Erwägung ausgehend die mannigfaltigen activen Bewegungs-Erscheinungen der Histonen im Ganzen überblicken, so ergiebt sich eine principielle Uebereinstimmung der Phoronomie in den beiden Reichen der Metaphyten und Metazoen insofern, als auf den niederen Stufen der

chemische und physikalische Charakter der motorischen Processe klar ersichtlich und auf Energie-Umsätze im Plasma der constituirenden Zellen der Gewebe zurückzuführen ist. Auf den höheren Stufen dagegen ergeben sich auffällige Unterschiede, insofern bei den höheren Thieren der willkürliche Charakter vieler autonomer Bewegungen auffällig hervortritt und daher das große „Welträthsel" der Willensfreiheit — als ein angeblich „metaphysisches" Problem der Psychologie! — zu den rein physiologischen Fragen der Reizbewegung, der Wachsthumsbewegung u. s. w. hinzutritt.

Außerdem zeigen die Gewebthiere, in Folge der höheren Differenzirung ihrer Sinnesorgane und der Centralisation ihres Nervensystems, viel größere Mannigfaltigkeit und Complication in ihren Bewegungen als die Gewebpflanzen. Die ersteren besitzen meistens freie Ortsbewegung, die letzteren nicht. Auch der specielle Mechanismus der Bewegungs-Organe ist in beiden Gruppen vielfach verschieden. Die wichtigsten motorischen Organe sind bei den meisten Gewebthieren die Muskeln, die das Vermögen der bestimmt gerichteten Contraction und Expansion im höchsten Maße ausgebildet haben. Bei den meisten Gewebpflanzen hingegen beruht der größte Theil der Bewegungen auf der Spannung des lebendigen Plasma, dem sogenannten Turgor oder der „Schwellkraft der Pflanzenzelle". Dieser wird durch den osmotischen Druck der inneren Zellflüssigkeit und die Elasticität der dadurch ausgedehnten Cellulose-Wand bewirkt. Indessen sind in beiden Fällen — ebenso wie bei allen „vitalen" Erscheinungen — in letzter Instanz chemische Energie-Umsätze im activen Plasma als die wahre Ursache der „wunderbaren" Lebenserscheinung anzusehen.

Bewegungen der Gewebpflanzen (Metaphyta). Die Gewebpflanzen sind — mit wenigen Ausnahmen — zeitlebens am Boden festgewachsen, oder nur in frühester Jugend kurze Zeit frei beweglich; sie gleichen darin den niederen Gewebthieren, den Spongien, Polypen, Korallen, Bryozoen u. A. Mithin entbehren sie der freien Ortsbewegung. Die Bewegungserscheinungen, die wir an

ihnen wahrnehmen, betreffen einzelne Körpertheile oder Organe. Dieselben sind zum größten Theile reflectiv oder paratonisch, durch äußere Reize hervorgerufen. Nur wenige höhere Pflanzen zeigen außerdem noch autonome oder spontane Bewegungen, deren reizende Ursache uns unbekannt ist und die man den angeblich „freien“ Willenshandlungen der höheren Thiere vergleichen kann. Die seitlichen Fiederblättchen einer indischen Schmetterlingsblume (Hedysarum gyrans) bewegen sich ohne äußeren Anlaß kreisend durch die Luft, gleich zwei schwingenden Armen; in ein paar Minuten ist ein Umlauf vollendet. Schwankungen der Lichtstärke sind darauf ohne Einfluß. Dagegen werden ähnliche spontane Bewegungen der Blätter von einigen Arten des Klees (Trifolium) und des Sauerklees (Oxalis) nur im Dunkeln, nicht im Lichte ausgeführt. Das Endblättchen des Wiesenklees wiederholt seine Schwingungen, die oft mehr als 120 Bogengrade betragen, alle 2—4 Stunden. Die mechanische Ursache dieser spontanen sogenannten „Variations-Bewegungen“ scheint in Turgor-Schwankungen zu liegen.

Turgescenz-Bewegungen der Metaphyten. Während derartige freiwillige und autonome Turgescenz-Bewegungen nur bei wenigen höheren Gewebpflanzen zu beobachten sind, erscheinen dagegen Reizbewegungen, die durch denselben Mechanismus bewirkt werden, im Pflanzenreiche weit verbreitet. Dazu gehören namentlich die bekannten Schlafbewegungen oder die nyktitropischen Motionen zahlreicher Pflanzen. Viele Blätter und Blüthen stellen ihre Spreite senkrecht zu den einfallenden Sonnenstrahlen; bei eintretender Dunkelheit legen sie sich zusammen, die Blumenkelche schließen sich. Manche Blumen sind sogar nur zu gewissen Stunden des Tages geöffnet, meist geschlossen. Der Mechanismus der Turgor-Schwankung, der diese Schwellbewegungen veranlaßt, beruht auf dem Zusammenwirken des osmotischen Druckes der inneren Zellflüssigkeit und der Elasticität der gespannten, das Cytoplasma äußerlich umschließenden Zell-

membran. Die Spannung der äußeren Cellulose-Membran und des ihr innen anliegenden plasmatischen Primordialschlauchs wächst durch Eintritt osmotisch wirksamer Stoffe so sehr, daß der Innendruck mehrere Atmosphären beträgt und die elastisch gespannte Membran um 10—20 Procent ausdehnt. Wenn einer solchen geschwellten oder turgescenten Zelle wieder Wasser entzogen wird, zieht sich die Membran zusammen; die Zelle wird kleiner und das Gewebe schlaffer. Wie der Lichtreiz, so können auch andere Reize (Wärme, Druck, Elektricität) solche Turgor-Schwankungen und in Folge derselben bestimmte Reflexbewegungen (oder „paratonische Variations-Bewegungen") hervorrufen. Die auffälligsten und bekanntesten Beispiele sind die fleischfressenden Fliegenfallen (Dionaea muscipula) und die empfindlichen Sinnpflanzen (Mimosa pudica); mechanische Reize, Erschütterung, Druck oder Berührung der Blätter bewirken ihr Zusammenlegen.

Ortsbewegung der Gewebthiere (Metazoa). Die meisten höheren Thiere besitzen das Vermögen der freien und willkürlichen Ortsbewegung. Indessen fehlt dasselbe noch vielen niederen Klassen, die den größten Theil des Lebens hindurch am Boden der Gewässer befestigt sitzen, gleich den Pflanzen. Diese wurden daher auch früher für „Gewächse" gehalten, so die Schwämme (Spongiae), die Polypen und Korallen unter den Niederthieren. Aber auch einzelne Klassen der Oberthiere haben sich der festsitzenden Lebensweise angepaßt, so die Moosthiere (Bryozoa) und die Spiralkiemer (Spirobranchia) unter den Vermalien; ferner viele Muscheln (Austern u. A.), die Ascidien unter den Mantelthieren, die Seelilien (Crinoidea) unter den Sternthieren, ja sogar hoch organisirte Gliederthiere, wie die Röhrenwürmer (Tubicolae) unter den Anneliden, die Rankenkrebse (Cirripedia) unter den Crustaceen. Alle diese festgewachsenen Gewebthiere sind in frühester Jugend frei beweglich und schwimmen als Gastrula oder in einer anderen Larvenform im Wasser umher. Sie haben sich erst nachträglich an die festsitzende Lebensweise gewöhnt und haben in Folge dieser

Anpassung bedeutende Veränderungen, oft sehr starke Rückbildungen erlitten, z. B. Verlust der höheren Sinnesorgane, der Beine, ja sogar des ganzen Kopfes. Sehr klar hat dies Arnold Lang in seiner vortrefflichen Abhandlung über den Einfluß der festsitzenden Lebensweise auf die Thiere (Jena 1888) gezeigt. Die Vergleichung dieser regressiven Metamorphosen ist sehr wichtig für die Theorie der progressiven Vererbung und der Selection; sie bezeugt zugleich den hohen Werth, den die freie Ortsbewegung für die höhere sinnliche und intellectuelle Entwickelung der Thiere und des Menschen besitzt.

Flimmer-Bewegungen der Metazoen. Bei vielen niederen, im Wasser lebenden Gewebthieren ist die Körperoberfläche von Flimmer-Epithel bedeckt (Epithelium vibratorium), d. h. von einer Schicht Deckzellen, die entweder eine lange schwingende Geißel oder mehrere kurze Wimpern tragen. Das Geißel-Epithel (Epithelium flagellatum) findet sich vorzugsweise bei Nesselthieren und Schwamm-thieren; das Wimper-Epithel (Epithelium ciliatum) hingegen bei Wurmthieren und Weichthieren. Da durch die schlagenden Bewegungen der Geißeln oder Wimpern beständig ein frischer Wasserstrom über die Körperoberfläche geleitet wird, vermitteln sie in erster Linie die Athmung durch die Haut. Aber bei vielen kleineren Metazoen dienen sie zugleich zur Ortsbewegung, so bei den Gastraeaden, bei den Strudelwürmern (Turbellaria), den Räderthieren (Rotatoria), den Schnurwürmern (Nemertina) und den jugendlichen Larven vieler anderer Gewebthiere. Am höchsten ausgebildet ist der Flimmer-Apparat bei den Kammquallen (Ctenophora). Der äußerst zarte und weiche Körper dieser gurkenförmigen Nesselthiere wird im Wasser langsam schwimmend umhergetrieben durch die Schläge von tausend kleinen Ruderplättchen; diese sitzen in acht Meridian-Reihen, die vom Munde gegen den Scheitelpol ziehen. Jedes Ruderplättchen besteht aus den verklebten langen Geißelhaaren einer Gruppe von Epithelzellen.

Muskel-Bewegungen der Metazoen. Die wichtigsten Bewegungs-Organe der Gewebthiere sind die Muskeln, die das eigentliche

„Fleisch" bilden. Das Muskelgewebe besteht aus contractilen Zellen, d. h. aus Zellen, deren ausschließliche Thätigkeit die Zusammenziehung oder Contraction ist. Indem sich die Muskelzelle zusammenzieht oder contrahirt, wird sie kürzer, während gleichzeitig ihr Dickendurchmesser zunimmt. Dadurch werden zwei Körpertheile näher gebracht, an denen ihre Enden befestigt sind. Bei den niederen Gewebthieren zeigen die Muskellzellen gewöhnlich keinerlei besondere Structur; bei den höheren dagegen erfährt das contractile Plasma eine eigenartige Differenzirung, die unter dem Mikroskope als „Querstreifung" der langgestreckten Zelle erscheint. Danach unterscheidet man diese „quergestreiften Muskeln" von jenen einfachen „glatten Muskeln". Je energischer, rascher und bestimmter sich die Contractionen des Muskels wiederholen, desto schärfer tritt der Charakter der „Querstreifung" hervor, desto mehr setzen sich die doppelt lichtbrechenden Muskeltheilchen von den einfach lichtbrechenden ab. Der quergestreifte Muskel „ist die vollendetste Dynamo-Maschine, die wir kennen" (Verworn). Das normale Herz eines Mannes leistet nach Zuntz an jedem Tage ungefähr eine Arbeit von 20000 Kilogramm-Meter, d. h. eine Energie, die genügend wäre, ein Gewicht von 20000 Kilogramm einen Meter hoch zu heben. Bei manchen fliegenden Insecten (z. B. Mücken) führen die Flügelmuskeln in einer Secunde 300—400 Contractionen aus.

Hautmusculatur. Bei den niederen und älteren Klassen der Gewebthiere beschränkt sich die Musculatur auf eine dünne Fleischplatte, die sich unter der Hautdecke ausbreitet. Dieser „Hautmuskelschlauch" besteht aus Muskelzellen, die ursprünglich aus dem Ektoderm hervorwachsen, als innere contractile Fortsätze der Hautzellen selbst; so bei den Polypen. In anderen Fällen entwickeln sich Muskelzellen aus den Bindegewebszellen des Mesoderms, des mittleren Keimblattes; so bei den Ctenophoren. Diese Mesenchym-Musculatur ist weniger verbreitet, als jene Epithelial-Musculatur. Bei den meisten skelettlosen Wurmthieren (Vermalia) sondert sich die subdermale Musculatur bereits in zwei Schichten, eine äußere

Lage von Ringmuskeln und eine innere Schicht von Längsmuskeln; letztere zerfallen bei den cylindrischen Rundwürmern (Nematoden, Sagitten u. A.) in vier parallele Längsbänder, ein Paar obere (dorsale) und ein Paar untere (ventrale) Längsmuskelbänder. An denjenigen Stellen des Körpers, die vorzugsweise zur Ortsbewegung benutzt werden, entwickelt sich die Musculatur stärker, so bei den kriechenden Strudelwürmern und Mollusken an der Bauchfläche. Diese Sohle entwickelt sich zu einem fleischigen „Fuße" (Podium); sie nimmt in den verschiedenen Klassen der Weichthiere mannigfaltige Formen an. Bei den meisten Schnecken, die auf festem Boden kriechen, wird sie zu einem fleischigen „Plattfuß" (Gasteropoda); bei den Muscheln, die den weichen Bodenschlamm pflugähnlich durchschneiden, zu einem scharfen „Beilfuß" (Pelecypoda). Die Kielschnecken (Heteropoda) schwimmen mittelst eines „Kielfußes", der ähnlich der Schraube eines Dampfschiffes arbeitet; die Flossenschnecken (Pteropoda) schwimmen flatternd (ähnlich fliegenden Schmetterlingen) mit Hülfe von ein paar Kopflappen, die aus Seitentheilen des vorderen Fußabschnittes entstanden. Bei den höchst entwickelten Mollusken endlich, den Kraken oder Tintenfischen (Cephalopoda) spaltet sich dieser Vorderfuß in vier oder fünf Paar Lappen, die sich zu langen und sehr musculösen „Kopfarmen" ausbilden; die zahlreichen, kräftigen Saugnäpfe auf den letzteren erhalten wieder ihre besondere Musculatur. Bei allen diesen ungegliederten Weichthieren und Wurmthieren fehlen harte Skelettheile entweder ganz, oder sie besitzen (wie die äußeren Kalkschalen der Mollusken) noch keine functionelle Beziehung zu den bewegenden Muskeln. Anders verhalten sich diejenigen höheren Thiere, bei denen diese Beziehung zu einem festen gegliederten Skelett sich entwickelt, und wo letzteres zu einem passiven Bewegungs-Apparat sich gestaltet.

Active und passive Bewegungs-Organe. Diejenigen höheren Gruppen des Thierreiches, bei denen ein charakteristisches festes Skelett sich ausbildet und zu einem wichtigen Apparate für den Ansatz der Muskeln, sowie für die Stütze und den Schutz des

ganzen Körpers wird, sind die drei Stämme der Sternthiere, Gliederthiere und Wirbelthiere. Alle drei Gruppen sind sehr formenreich und übertreffen durch die Vollkommenheit ihres Locomotions-Apparates bei weitem alle übrigen Stämme des Thierreiches. Die Anlage und weitere Ausbildung des Skelettes als passives Stützgebilde und die Wechselbeziehung (Correlation) der Muskeln als activer Zugtheile zu demselben sind aber in allen drei Stämmen ganz verschieden und bestimmen in erster Linie ihren charakteristischen Typus; sie bezeugen deutlich (— auch abgesehen von anderen fundamentalen Unterschieden! —), daß alle drei Stämme unabhängig von einander und aus drei verschiedenen Wurzeln des Vermalien-Stammes entstanden sind. Bei den Sternthieren entwickelt sich das Skelett aus Kalk-Ablagerungen der Lederhaut, bei den Gliederthieren aus Chitin-Abscheidungen der Oberhaut, bei den Wirbelthieren dagegen aus Knorpel-Gebilden einer inneren Chordascheide. (Vergl. Anthropogenie, 26. Vortrag.)

Bewegungs-Organe der Sternthiere (Echinoderma). Der merkwürdige Stamm der meerbewohnenden Sternthiere oder „Stachelhäuter" (Echinoderma) unterscheidet sich von allen übrigen Thiergruppen durch viele auffallende Eigenthümlichkeiten; unter diesen stehen obenan die absonderlichen Bildungen seiner activen und passiven Bewegungsorgane, sowie die seltsame Form ihrer individuellen Entwickelung. In dieser Ontogenese treten nacheinander zwei ganz verschiedene Formen auf, die einfach gebaute Sternlarve (Astrolarva) und das höchst verwickelt organisirte geschlechtsreife Sternthier (Astrozoon). Die kleine, im Meere frei schwimmende Sternlarve (Astrolarva) besitzt im Allgemeinen den Körperbau der kleinen Räderthiere (Rotatoria) und weist nach dem Biogenetischen Grundgesetze darauf hin, daß die ursprünglichen Stammformen der Echinodermen (die Amphorideen) aus dieser Klasse des Vermalien-Stammes entsprungen sind. Ich habe im 22. Kapitel der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" diese Verhältnisse kurz erläutert und in meiner Abhandlung über Amphorideen und Cystoideen (1896) eingehend zu begründen gesucht. Die kleine Sternlarve hat noch keine Muskeln, keine Wassergefäße und Blutgefäße; sie bewegt sich durch Wimper-

schnüre oder Flimmerbänder, die an besonderen armartigen Fortsätzen der Oberfläche sich hinziehen. Diese Arme sind an der zweiseitigen symmetrischen Larve (die noch keine Spur des fünfstrahligen Baues zeigt) rechts und links gleichmäßig entwickelt. Durch eine höchst eigenthümliche Verwandlung entsteht aus dieser kleinen bilateralen Astrolarve das ganz verschieden aussehende pentaradiale Astrozoon, das große geschlechtsreife Sternthier mit ausgesprochen fünfstrahligem Bau*). Dasselbe besitzt eine sehr verwickelte Organisation, mit Muskeln und Lederhaut-Skelett, mit Blutgefäßen und Wassergefäßen u. s. w. Ein Theil der Astrozoen — die lebenden Crinoideen oder Seelilien, und die älteren ausgestorbenen Klassen der Blastoideen (Seeknospen), Cystoideen (Seeäpfel) und Amphorideen (Seeurnen) — sitzt auf dem Meeresboden angewachsen. Die vier übrigen, noch lebenden Klassen kriechen frei im Meere umher, die Seegurken (Holothurien), die Seesterne (Asterideen), die Seestrahlen (Ophiodeen) und Seeigel (Echinideen). Die kriechende Ortsbewegung wird durch zweierlei Organe bewirkt, die Wasserfüßchen und die Hautmuskeln. Letztere finden ihre Stütze und Anheftung an festen Kalkstacheln, die aus Kalkablagerungen in der Lederhaut (Corium) hervorwachsen. Da diese Kalkstacheln (besonders bei den Seeigeln sehr ansehnlich) auf besonderen Gelenkhöckern an Kalkplatten des Hautskeletts beweglich eingelenkt sind und durch kleine Stachelmuskeln bewegt werden, laufen die Sternthiere auf denselben wie auf Stelzen. Zwischen denselben aber treten aus dem Innern zahlreiche Wasserfüßchen hervor, dünne, einem Handschuhfinger ähnliche Schläuche, die von einer inneren Wasserleitung aus (dem sogenannten Ambulacral-System) mit Wasser prall gefüllt und steif werden. Diese sehr dehnbaren „Ambulacral-Füßchen", oft am blinden Außenende mit einer Saugplatte versehen, dienen sowohl zum Kriechen und Ansaugen, wie zum Tasten und Greifen. Da diese eigenthümlichen Locomotions-Organe der Sternthiere, sowohl die Ambulacral-Füßchen mit ihrer complicirten Wasserleitung, als auch die beweglichen Stacheln mit ihren Gelenken und Muskeln, an jedem einzelnen fünfstrahligen Astrozoon zu Hunderten, oft zu vielen Tausenden entwickelt sind, kann man sagen, daß die Echinodermen unter allen Thieren die vollkommensten und complicirtesten Bewegungsorgane besitzen. Die historische Entwickelung derselben, von

*) Kunstformen der Natur, Tafel 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95.

den einfachsten Anfängen an, ist vollkommen aufgeklärt, seitdem Richard Semon in seiner scharfsinnigen Pentactaea-Theorie (1888) die richtige phylogenetische Deutung für die wunderbare, von Johannes Müller 1845 entdeckte Keimesgeschichte der Echinodermen gefunden hat. Die näheren Verhältnisse, mit Beziehung auf die paläontologischen Befunde, habe ich 1896 in meiner angeführten Abhandlung zu ergründen versucht.

Bewegungs-Organe der Gliederthiere (Articulata). Der große Stamm der Gliederthiere (— der artenreichste von allen Thierstämmen —) umfaßt die drei Hauptklassen der Ringelthiere (Annelida), der Krustenthiere (Crustacea) und der Luftrohrthiere (Tracheata). Alle drei Gruppen stimmen in den wesentlichen Grundzügen ihrer Organisation überein; vor allem in der äußeren Gliederung oder Metamerie ihres langgestreckten bilateralen Körpers, ferner in der Wiederholung innerer gleichartiger Organe in jedem Gliede oder Segmente. Auf jedes Glied kommt ursprünglich ein Knoten des ventralen Nerven-Centrums (des Bauchmarks), eine Kammer des dorsalen Herzens, ein Chitinring des Hautskeletts und eine dazu gehörige Muskelgruppe.

Von den drei Hauptklassen der Gliederthiere sind die Anneliden unmittelbar aus den nächstverwandten Wurmthieren (Vermalia) entstanden, unter denen sowohl die Nemertinen als die Nematoden ihnen sehr nahe stehen. Die beiden anderen, höher organisirten Klassen, einerseits die Crustaceen, anderseits die Tracheaten, sind jüngere Gruppen, beide unabhängig von einander aus zwei verschiedenen Stämmen der Anneliden hervorgegangen. Die Ringelthiere oder „Ringelwürmer" (zu denen z. B. Regenwürmer und Blutegel gehören) haben meistens noch sehr gleichartige Gliederung (Homonomie); ihre Segmente oder Metameren wiederholen in großem Gleichmaße dieselbe Bildung, namentlich der subdermalen (unter der Haut gelegenen) Muskeln; auf dem Querschnitt zeigen sich in jedem Gliede unter der äußeren Ringmuskelschicht ein Paar dorsale und ein Paar ventrale Muskeln. Ihre Oberhaut hat eine dünne Chitindecke ausgeschieden, bei den Röhrenwürmern eine lederartige oder verkalkte Röhre. Die Beine fehlen den ältesten Anneliden noch ganz; bei den jüngeren Borstenwürmern (Polychaeta) sitzen an jedem Gliede ein oder zwei Paar kurze ungegliederte Füße (Parapodia).

Die beiden anderen Hauptklassen der Gliederthiere entwickeln

dagegen lange und gegliederte Füße in äußerst mannigfaltigen Formen, und zugleich nehmen die verschiedenen Körperglieder in Folge von Arbeitstheilung differente Formen an; diese ungleichartige Gliederung (Heteronomie) tritt um so mehr hervor, je vollkommener die ganze Organisation wird. Das gilt ebensowohl für die wasserbewohnenden und kiemenathmenden Krebsthiere (Crustacea), als für die landbewohnenden und durch Tracheen athmenden Luftrohrthiere (Tracheata), für die Tausendfüßer, Spinnen und Insecten. In den höheren Gruppen beider Hauptklassen wird gewöhnlich die Zahl der Leibesglieder auf 15—20 beschränkt, und diese werden auf drei Hauptabschnitte vertheilt: Kopf, Brust und Hinterleib. Die feste Chitindecke, die bei den meisten Anneliden zart und dünn bleibt, wird bei den meisten Crustaceen und Tracheaten sehr verdickt, oft selbst durch Kalkeinlagerung erhärtet; sie bildet an jedem Segment einen festen Chitinring, in dessen Innern die bewegenden Muskeln angebracht sind. Die hinter einander liegenden harten Ringe sind durch dünne, bewegliche Zwischenringe verbunden, so daß der ganze Körper einen hohen Grad von Festigkeit, Elasticität und Beweglichkeit vereinigt. Ebenso gebaut sind die langen gegliederten Beine, die paarweise an den Segmenten befestigt sind. Der typische Charakter der Bewegungsorgane der Gliederthiere liegt also darin, daß sowohl im Rumpfe als in den Gliedmaßen die Muskeln innerhalb hohler Chitinröhren angebracht sind und hier von Glied zu Glied gehen.

Bewegungs-Organe der Wirbelthiere (Vertebrata). Gerade umgekehrt wie die Gliederthiere verhalten sich die Wirbelthiere. Hier entwickelt sich ein festes inneres Skelett in der Längsaxe des Körpers, und die Muskeln setzen sich äußerlich an diese inneren Stützorgane an. Die Gliederung oder Metamerie selbst aber ist bei den Vertebraten äußerlich nicht sichtbar, sondern zeigt sich erst am Muskelsystem, nachdem die ungegliederte Hautdecke entfernt worden ist. Dann erblickt man schon bei den niedersten schädellosen Wirbelthieren, den Acraniern, deren Innenskelett nur aus einem cylindrischen, festen und elastischen Axenstab (Chorda) besteht, jederseits eine Längsreihe von Muskelplatten (bei Amphioxus 50—80). Paarige Gliedmaßen fehlen hier noch ebenso wie bei den ältesten Schädelthieren, den Cyclostomen (Myxinoiden und Petromyzonten). Erst bei der dritten Wirbelthier-Klasse, bei den echten Fischen (Pisces) erscheinen zwei Paar laterale Gliedmaßen, die Brustflossen und

Bauchflossen. Aus diesen sind dann bei ihren landbewohnenden Nachkommen, den ältesten Amphibien der Steinkohlenzeit, die zwei Paar gegliederten Beine geworden, Vorderbeine (Carpomelen) und Hinterbeine (Tarsomelen). Diese vier lateralen fünfzehigen Beine haben eine sehr charakteristische und zusammengesetzte Gliederung, sowohl an dem inneren Knochenskelett, als an dem Muskelsystem, das dieses umschließt und sich daran befestigt. Von den Amphibien, den ältesten „Vierfüßern" (Tetrapoda) wird dieser Locomotions-Apparat durch Vererbung auf ihre Nachkommen, die drei höheren Wirbelthier-Klassen, übertragen, die Reptilien, Vögel und Säugethiere. Da ich diese wichtigen Verhältnisse im 26. Vortrage der Anthropogenie ausführlich erörtert und durch zahlreiche Abbildungen erläutert habe, kann ich hier darauf verweisen, und will nur noch einige Bemerkungen über die Säugethiere hinzufügen.

Bewegungs-Organe der Säugethiere (Mammalia). Beide Theile des Bewegungs-Apparates, ebenso das innere Knochenskelett (als passiver Stützapparat) wie das äußere Muskelsystem (als activer Motor) zeigen innerhalb der Säugethier-Klasse eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der Bildung, in Folge der Anpassung an die verschiedensten Lebens-Gewohnheiten und -Thätigkeiten. Man vergleiche nur die laufenden Raubthiere und Hufthiere, die springenden Känguruhs und Springmäuse, die grabenden Maulwürfe und Wühlmäuse, die fliegenden Flatterthiere und Fledermäuse, die fischartigen schwimmenden Sirenen und Walthiere, die kletternden Halbaffen und Affen. Bei allen diesen und den übrigen Ordnungen der Mammalien ist der gesammte zweckmäßige Bau des Bewegungs-Apparates ganz auffällig der Lebensweise angepaßt, durch diese Anpassung selbst erst entstanden. Trotzdem sehen wir, daß der wesentliche Charakter der inneren Organisation, der die Klasse der Säugethiere als solche auszeichnet, von dieser Anpassung nicht berührt wird, sondern durch Vererbung überall erhalten bleibt. Diese anerkannten Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie, und die damit harmonirenden Ergebnisse der Paläontologie, liefern den überzeugenden Beweis, daß alle lebenden und fossilen Säugethiere, von den niedersten Gabelthieren und Beutelthieren bis zu den Affen und Menschen hinauf, von einer einzigen gemeinsamen Stammform abzuleiten sind, von einem Ursäugethier (Promammale), das in der Trias-Periode gelebt hat; seine älteren Vorfahren in der permischen Periode waren

Reptilien, in der Steinkohlen-Zeit Amphibien. Zu denjenigen Merkmalen des Locomotions-Apparates, die den Säugethieren eigenthümlich sind, gehört einerseits der Bau der Wirbelsäule und des Schädels, anderseits die Bildung der Muskeln, die sich an diesen Stützorganen ansetzen. Am Schädel ist besonders merkwürdig die Bildung des Unterkiefers und des Gelenkes, in dem er sich mit dem Schläfenbein verbindet. Dieses Gelenk ist ein Temporal-Gelenk, im Gegensatze zu dem Quadrat-Gelenk der übrigen Vertebraten. Das letztere liegt bei den Säugethieren in der Trommelhöhle des Mittelohres, zwischen dem Hammer (dem umgebildeten Gelenkstück des Unterkiefers, Articulare) und dem Amboß (dem ursprünglichen Quadratum). Entsprechend dieser auffälligen Umbildung des Kiefergelenks haben natürlich auch die betheiligten Muskeln eine wesentliche Transformation erlitten. Ein eigenthümlicher Muskel, der nur den Mammalien zukommt und für deren Athembewegungen maßgebend wirkt, ist das Zwerchfell (Diaphragma), das Bauchhöhle und Brusthöhle von einander vollständig trennt; die verschiedenen Muskeln, aus deren Verwachsung das Zwerchfell entstanden ist, bleiben bei den übrigen Wirbelthieren noch getrennt.

Bewegungsorgane des Menschen. Die zahlreichen Organe, durch welche unser menschlicher Organismus seine mannigfaltigen Bewegungen ausführt, sind ganz dieselben, wie bei den Affen, und auch der Mechanismus ihrer Wirkung ist in keiner Weise verschieden. Dieselben 200 Knochen, in der gleichen Anordnung und Zusammensetzung, bilden unser inneres Knochengerüst; dieselben 300 Muskeln bewirken unsere Bewegungen. Die Unterschiede, welche in der Form und Größe der einzelnen Muskeln und Knochen sich finden (— und die bekanntlich auch bei höheren und niederen Menschenrassen oft hervortreten —) sind durch verschiedenes Wachsthum in Folge divergenter Anpassung bedingt; hingegen erklärt sich die völlige Uebereinstimmung in der Construction des ganzen Bewegungs-Apparates durch Vererbung von der gemeinsamen Stammform der Affen und Menschen. Der auffallendste Unterschied in den Bewegungen beider ist durch die Anpassung des Menschen an den aufrechten Gang bedingt, während für die Affen die kletternde Lebensweise auf Bäumen die normale ist. Indessen ist ohne Zweifel die erstere aus der letzteren hervorgegangen. Eine doppelte Parallele zu dieser Umbildung zeigen die Springmäuse unter den Nagethieren und die Känguruhs unter

den Beutelthieren; beide gebrauchen beim Springen nur die starken hinteren, nicht die schwachen vorderen Extremitäten; in Folge dessen ist ihre Körperhaltung mehr oder weniger aufrecht. Unter den Vögeln bieten eine Analogie die Pinguine (Aptenodytes); da sie ihre verkümmerten Flügel nicht mehr zum Fliegen, sondern bloß noch beim Schwimmen gebrauchen, haben sie sich auf dem Lande an den aufrechten Gang gewöhnt.

Der menschliche Wille ist ebenfalls in keiner Weise von dem der Affen und der übrigen Säugethiere principiell verschieden; und die mikroskopischen Organe desselben, die Neuronen im Gehirn und die Muskelzellen im Fleisch, arbeiten mit denselben Energie-Formen und unterliegen in gleicher Weise dem Substanz-Gesetz. Es ist dabei zunächst gleichgültig, ob man nach dem veralteten Glauben der Indeterministen die Willensfreiheit vertheidigt, oder ob man nach der modernen Ueberzeugung der Deterministen sie für wissenschaftlich widerlegt hält; auf jeden Fall geschehen die Willenshandlungen und die willkürlichen Bewegungen beim Menschen ganz nach denselben Gesetzen wie bei den Affen. Die hohe Entwickelung derselben beim Culturmenschen, die reiche Differenzirung der Sprache und Sitte, der Kunst und Wissenschaft, überhaupt die ethische Bedeutung des „Willens" für die höhere Geistescultur, widerspricht jener monistischen und zoologisch begründeten Auffassung in keiner Weise. Denn bei den niederen Barbaren sind diese Vorzüge des „civilisirten" Willens nur in geringerem Grade und bei dem rohen Wilden zum Theil noch gar nicht zu finden. Der Unterschied der niedersten Naturmenschen von den höchstentwickelten Culturmenschen ist auch in dieser Beziehung größer, als derjenige zwischen ersteren und den Menschenaffen. Im Uebrigen verweise ich auf die Bemerkungen, die ich am Schlusse des 7. Kapitels der „Welträthsel" über das Problem der Willensfreiheit und seine endlose Literatur gegeben habe. Wer sich näher über den Kampf um dieses „Lebenswunder" und seine Entwickelung unterrichten will, findet eine vortreffliche kritische Beleuchtung in den S. 298 angeführten Schriften von Traugott Trunk (1902) und Paul Rée (1903).

Vierzehnte Tabelle.

Die wichtigsten sichtbaren Bewegungsformen des Plasma.

I. Plasmaströmung (Plasmokinesis).

Reflexive (paratonische) oder autonome (spontane) Bewegungen, theils auf auf das Innere der Zellen beschränkt, theils durch Bildung äußerer Fortsätze vortretend.

I. A. Innere Plasmaströmung (Plasmorheusis). Lageveränderungen der Plasmatheile im Innern der Zellen, allgemein verbreitet bei Protisten und Histonen, verknüpft mit den Functionen des Stoffwechsels (Metabolie), des Wachsthums (Crescentia), der Kerntheilung (Karyokinese) u. s. w.

I. B. Aeußere Plasmaströmung (Plasmopodesis). Bildung von äußeren, unbeständigen und formwechselnden Fortsätzen: Sarcopodien; bald kurze, fingerförmige Sarcanten (Lobopodien der Amoeboiden), bald lange, fadenförmige Sarcanten (Pseudopodien der Rhizopoden).

II. Flimmerbewegung (Vibratio).

Aus der Oberfläche der Zelle treten feine, haarförmige Fortsätze hervor, die schwingend, meistens lebhaft und rhythmisch bewegt werden (Flimmerhaare, Vibrantes).

II. A. Geißelbewegung (Motus flagellaris). Ein oder zwei (selten mehrere, aus einem Punkte entspringende) lange Geißelhaare (Flagella). Geißel-Infusorien (Flagellata); Samenzellen (Spermia) vieler Algen, der Moose und Farne, der meisten Gewebthiere; Geißel-Epithelien niederer Metazoen.

II. B. Wimperbewegung (Motus ciliaris). Zahlreiche kurze Wimperhaare (Ciliae): Wimper-Infusorien (Ciliata); Samenzellen mancher niederer Gewebpflanzen; Wimper-Epithelien höherer Metazoen.

III. Muskelbewegung (Myokinesis).

Bestimmte Zellgruppen des mitteren Keimblattes der Gewebthiere (Metazoa) bilden Muskeln; Organe, deren einzige Function in wechselnder Zusammenziehung (Contraction) und Ausdehnung (Expansion) besteht. Aus der ursprünglich unwillkürlichen Muskelthätigkeit entwickelt sich bei den höheren Metazoen die willkürliche Bewegung.

III. A. Subdermale Muskelbewegung der Niederthiere. Unvollkommener Bewegungsapparat der Niederthiere (Coelenteria): Spongiae, Cnidaria, Platodes, Vermalia, Mollusca. Hautmuskelschlauch. Ein gegliedertes locomotorisches Skelett fehlt. Zusammenhängende Muskelplatte unter der Haut.

III. B. Skelettale Muskelbewegung der Oberthiere. Vollkommenste Bewegungsformen der höheren Oberthiere (Coelomaria). Ein gegliedertes Skelett oder festes Körpergerüst ist aus vielen festen und gelenkig verbundenen Stücken zusammengesetzt. Zahlreiche differenzirte Muskeln setzen sich an diese Stücke an und bewegen die einzelnen Glieder gegen einander.

III. B 1. Bewegungsapparat der Gliederthiere (Articulata). Der äußerlich gegliederte Körper bildet ein äußeres Cuticular-Skelett (Chitinröhren, oft durch Kalk verstärkt). Die Muskeln liegen im Innern dieser Röhren.

III. B 2. Bewegungsapparat der Sternthiere (Echinoderma). Die fünfstrahlige geschlechtsreife Form der Sternthiere bildet ein subdermales Kalkskelett; zahlreiche Muskeln bewegen dessen einzelne Stücke. Außerdem dienen als Bewegungsorgane zahlreiche hohle Füßchen oder Tentakeln, die durch eine innere Wasserleitung mit Wasser gefüllt werden (Ambulacral-System).

III. B 3. Bewegungsapparat der Wirbelthiere (Vertebrata). Der innerlich gegliederte Körper bildet eine Reihe von Muskelplatten (Myomeren), als deren feste Stütze innere Skelettheile dienen: Chorda (Axenstab) und Perichorda (Chordascheide); von der letzteren ausgehend entwickeln sich Knorpel- und Knochenstücke.

Dreizehntes Kapitel.

Die Empfindung.

Bewußtsein. Reizbarkeit. Auslösung. Reaction auf Reize. Tropismen. Unorganische und organische Empfindungen.

„Ueber dem Wesen der Empfindung schwebt noch fast undurchdringliches Dunkel. Sieht man Lehrbuch um Lehrbuch durch, man wird nirgends eine befriedigende Auskunft über das Wesen der Empfindung erhalten. Die Erklärung dieser so seltsamen Erscheinung, daß über einen Zustand, den wir als einen Grund- und Eckstein unseres Menschseins halten, die Psychologie uns so ohne Aufschluß läßt, daß wir über ihn in so factischer Unwissenheit uns befinden, liegt in dem Umstand, daß die genetische Methode bei der Forschung nach dem Wesen der Empfindung nicht betreten wird.“

Leopold Besser (1881).

„Die Empfindung ist ein ganz allgemeiner Vorgang in der Natur. Damit ist zugleich die Möglichkeit gegeben, das Denken selbst auf diesen allgemeinen Vorgang zurückzuführen. „Die Evangelien der Sinne im Zusammenhang lesen, heißt Denken.“ Alle Wissenschaft ist in letzter Linie Sinneserkenntniß; die Data der Sinne werden darin nicht negirt, sondern interpretirt.“

Albrecht Rau (1896).

Inhalt des dreizehnten Kapitels.

Empfindung und Bewußtsein. Unbewußte und bewußte Empfindung. Empfindlichkeit und Reizbarkeit. Reflex-Empfindung und Reizwahrnehmung. Empfindung und Wirkekraft. Reaction auf Reize. Auslösung durch Reize. Aeußere und innere Reize. Reizleitung. Empfindung und Strebung. Empfindung und Gefühl. Anorganische und organische Empfindung. Lichtempfindung. Phototaxis, Sehen. Wärmeempfindung, Thermotaxis. Stoffempfindung, Chemotaxis. Geschmack und Geruch. Erotischer Chemotropismus. Organempfindungen. Druckempfindung. Geotaxis. Schallempfindung. Elektrische Empfindung.

Literatur.

Johannes Müller, 1840. Specielle Physiologie der Sinne und der Seele. V. und VI. Buch der Physiologie des Menschen. Coblenz.

Hermann Helmholtz, 1884. Populäre wissenschaftliche Vorträge und Reden. 2 Bände. 3. Aufl. Braunschweig.

Ernst Haeckel, 1879. Ueber Ursprung und Entwickelung der Sinneswerkzeuge. Gemeinverständliche Vorträge. Band II. (II. Aufl. 1902.) Bonn.

Ludwig Feuerbach, 1841. Das Wesen des Christenthums. Wider den Dualismus von Leib und Seele, Fleisch und Geist. Leipzig.

Leopold Besser, 1881. Was ist Empfindung? Bonn.

Ernst Mach, 1885. Die Analyse der Empfindungen und das Verhältniß des Physischen zum Psychischen. 4. Aufl., 1903. Wien.

Albrecht Rau, 1896. Empfinden und Denken. Eine philosophische Untersuchung über die Natur des menschlichen Verstandes. Gießen.

Max Verworn, 1894. Von den Reizen und ihren Wirkungen. V. Kapitel der Allgemeinen Physiologie. S. 351—480. Jena.

Derselbe, 1889. Psychophysiologische Protisten-Studien. Experimentelle Untersuchungen. Jena.

Robert Tigerstedt, 1902. Ueber die Sinnesempfindungen. 16. Kapitel des Lehrbuchs der Physiologie. Leipzig.

Wilhelm Bölsche, 1903. Das Liebesleben in der Natur. Eine Entwickelungsgeschichte der Liebe. Leipzig.

Charles Darwin, 1872. Ueber den Ausdruck der Gemütsbewegungen beim Menschen und bei den Thieren. Stuttgart.

Die Empfindung gehört zu jenen allgemeinen Begriffen, die von jeher die verschiedenste Auffassung erfahren haben. Aehnlich wie der Begriff „Seele" unterliegt auch der eng damit zusammenhängende Begriff „Empfindung" noch heute sehr abweichender Deutung. Während des 18. Jahrhunderts blieb die Annahme herrschend, daß die Lebensthätigkeit der Empfindung ausschließlich den Thieren zukomme, nicht den Pflanzen; sie fand ihren lapidaren Ausdruck in dem bekannten Satze des „Systema naturae" von Linné: Die Steine wachsen, die Pflanzen wachsen und leben, die Thiere wachsen, leben und empfinden. Albrecht Haller, der in seinen „Elementa physiologiae" (1766) zum ersten Male das gesammte Wissen seiner Zeit vom organischen Leben zusammenfaßte, unterschied als zwei Haupteigenschaften desselben die „Empfindlichkeit oder Sensibilität" und die „Reizbarkeit oder Irritabilität"; erstere schrieb er ausschließlich den Nerven, letztere den Muskeln zu. Später wurde diese irrthümliche Scheidung widerlegt, und in neuerer Zeit wird gerade umgekehrt die Reizbarkeit als eine allgemeine Eigenschaft aller lebendigen Substanz aufgefaßt.

Die großen Fortschritte, welche die vergleichende Anatomie und die experimentelle Physiologie der Thiere und Pflanzen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts machten, führten bald zu der Erkenntniß, daß die Reizbarkeit oder Empfindlichkeit eine allgemeine Lebenseigenschaft aller Organismen sei, und daß sie zu den Hauptmerkmalen der Lebenskraft (Vis vitalis) gehöre (vgl. Kapitel 2). Die größten Verdienste um ihre nähere experimentelle Erforschung erwarb sich der große Johannes Müller; er begründete in

seinem klassischen „Handbuche der Physiologie des Menschen“ (1840) seine Lehre von der „specifischen Energie der Nerven“ und von ihrem Zusammenhang mit den Sinnesorganen einerseits, dem Seelenleben anderseits. Indem er dem ersteren das fünfte, dem letzteren das sechste Kapitel seines Handbuches widmete, und in seinen allgemeinen psychologischen Betrachtungen namentlich auf Spinoza sich bezog, behandelte er die Psychologie als einen Theil der Physiologie und begründete so auf exacter naturwissenschaftlicher Basis jene naturgemäße Stellung der „Seelenlehre“ im System der Biologie, die wir gegenwärtig für die einzig richtige halten müssen. Damit war auch zugleich dargethan, daß die Empfindung ebenso eine Lebensthätigkeit des Organismus ist wie die Bewegung oder die Ernährung.

Anders gestaltete sich die Auffassung der Empfindung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Einerseits erfuhr hier die experimentelle und vergleichende Physiologie der Sinnesorgane und des Nervensystems durch Ausbildung sinnreicher Forschungsmethoden und Anwendung der großartig fortgeschrittenen Physik und Chemie eine außerordentliche Bereicherung unseres exacten Wissens. Die berühmten Untersuchungen von Helmholtz und Hering über die Physik der Sinne, von Mattencci und Dubois-Reymond über die Elektricität der Muskeln und Nerven, die großen Fortschritte der Pflanzen-Physiologie durch Sachs und Pfeffer, der physiologischen Chemie durch Moleschott und Bunge führten zu der Erkenntniß, daß auch diese geheimnißvollen Lebenswunder allgemein auf physikalischen und chemischen Processen beruhen. Indem man die verschiedensten „Reize“: Licht, Wärme, Elektricität, Chemismus, auf die einzelnen „empfindlichen oder reizbaren Organe“ unter bestimmten geregelten Bedingungen einwirken ließ, gelangte man dazu, einen großen Theil der Reizerscheinungen sogar den mathematischen Messungen und Formeln in exacter Weise zu unterwerfen. Die Lehre von den „Reizen und ihren Wirkungen“ gewann nunmehr einen streng physikalischen Charakter.

Anderseits sehen wir, in auffallendem Gegensatze zu den gewaltigen Fortschritten der Experimental-Physiologie, daß die allgemeine Auffassung der betreffenden Lebens-Vorgänge, und besonders der inneren Nerventhätigkeit, welche die Sinnesfunctionen in das Seelenleben umsetzt, auffallend vernachlässigt wurde. Ja sogar der fundamentale Begriff der Empfindung, der dabei die Hauptrolle spielt, wurde immer mehr außer Acht gelassen. In manchen der angesehensten modernen Lehrbücher der Physiologie, die lange Kapitel über Reize und Reizwirkungen enthalten, kommt die „Empfindung" als solche nur selten oder gar nicht zur Sprache. Das liegt hauptsächlich an der unheilvollen und ungerechtfertigten Kluft, die neuerdings wieder zwischen Physiologie und Psychologie künstlich geschaffen worden ist. Da die „exacten" Physiologen das Studium der inneren psychischen Processe, die sich bei der Sinnesthätigkeit und Empfindung vollziehen, unbequem und unergiebig fanden, überließen sie dieses schwierige und dunkle Gebiet bereitwillig den „eigentlichen Psychologen", d. h. den Metaphysikern, für die ihre „unsterbliche Seele" und ihr „göttliches Bewußtsein" der apriorische Ausgangspunkt der luftigsten Speculationen ist. Die Letzteren entledigen sich der unbequemen Bürde der Erfahrung und der Erkenntniß a posteriori um so lieber, als die moderne Anatomie und Physiologie des Gehirns die größten Ansprüche an ihr eingehendes Studium stellt.

Empfindung und Bewußtsein. Der größte und verhängnißvollste Fehler, den die moderne dualistische Physiologie dabei beging, war das unbegründete Dogma, daß alle Empfindung mit Bewußtsein verknüpft sein müsse. Da nun die meisten Physiologen die Ansicht von du Bois-Reymond theilen, daß das Bewußtsein keine Naturerscheinung, sondern ein hyperphysisches „Welträthsel" ist, so konnten sie mit diesem zugleich auch die unbequeme „Empfindung" aus ihrem Forschungsgebiete entfernen. Der herrschenden Metaphysik ist diese Scheidung natürlich höchst willkommen; ihr ist die transscendente Natur der Empfindung ebenso werthvoll, wie

der freie Wille, und damit geht denn die gesammte Psychologie aus dem empirischen Gebiet der diesseitigen Naturwissenschaft in das mystische Gebiet der jenseitigen Geisteswissenschaft über. Zur sicheren Begründung wird dann besonders die „kritische Erkenntnißtheorie" vorgeschoben, welche die Zeugnisse der wahren physiologischen Organe: Sinne, Nerven und Gehirn, gar nicht anerkennt, sondern ihre „höhere Weisheit" aus der „inneren Selbstbespiegelung" schöpft, aus der introspectiven Analyse ihrer Vorstellungen und deren Associonen. Es ist merkwürdig genug, daß selbst angesehene monistische Physiologen sich durch dieses Taschenspielerkunststück der Metaphysik täuschen lassen und die gesammte Psychologie aus ihrem Forschungsgebiete ausweisen; ihr Psychomonismus nimmt wieder die „Seele" als übernatürliches Wesen an und befreit sie, im Gegensatze zur „Körperwelt", vom Joche des Substanz-Gesetzes.

Unbewußte Empfindung. Unbefangenes Nachdenken über unser eigenes persönliches Verhalten beim Empfinden und beim Bewußtsein überzeugt uns leicht, daß es sich um zwei verschiedene physiologische Thätigkeiten handelt, die keineswegs nothwendig verknüpft sind; und dasselbe gilt auch für die dritte Hauptfunction der Seele, für den Willen. Wenn wir irgend eine Kunst lernen, z. B. Malen oder Clavierspielen, so brauchen wir auch bei täglicher fleißiger Uebung Monate, um es zu einiger Fertigkeit zu bringen. Dabei üben wir täglich Hunderte oder Tausende von Empfindungen und von Bewegungen, die mit vollem Bewußtsein eingelernt und wiederholt werden. Je länger wie die Uebung fortsetzen, je mehr wir uns an diese Functionen anpassen und gewöhnen, desto leichter und unbewußter werden sie. Haben wir dann die Kunst einige Jahre geübt, so malen wir das Bild oder spielen wir das Clavierstück unbewußt; wir denken nicht mehr an alle die kleinen feinen Empfindungstöne und Willensacte, die wir beim Erlernen nöthig hatten. Der bloße Willensanstoß, das Bild noch einmal zu malen, das Stück noch einmal zu spielen, genügt, um die ganze Kette von complicirten Bewegungen und damit verknüpften Empfindungen

auszulösen, die ursprünglich langsam, mühsam, mit vollem Bewußtsein erlernt wurden. Ein geübter Virtuose spielt das schwierigste, tausendmal wiederholte und eingelernte Clavierstück „halb im Traum". Es bedarf aber nur eines geringen Anstoßes, z. B. eines zufälligen Fehlers oder einer plötzlichen Unterbrechung, um die abwesende Aufmerksamkeit sofort wieder darauf hinzulenken. Nun wird dieselbe Handlung mit vollem „Bewußtsein" wiederholt. Aehnliches gilt für Tausende von Empfindungen und von Bewegungen, die wir ursprünglich mit klarem Bewußtsein als Kinder lernten und später täglich unbewußt wiederholen, so beim Gehen, Essen, Sprechen u. s. w. Diese allbekannten Thatsachen beweisen an sich schon, daß das Bewußtsein eine complicirte Gehirnthätigkeit ist, die mit dem Empfinden und Wollen durchaus nicht nothwendig verknüpft ist. Die Begriffe des Bewußtseins und der Empfindung untrennbar zu verknüpfen, ist deshalb um so mehr verwerflich, weil zwar der Mechanismus oder das eigentliche Wesen des Bewußtseins uns sehr räthselhaft erscheint, sein Begriff aber vollkommen klar ist: wir wissen, daß wir wissen, empfinden und wollen.

Empfindlichkeit und Reizbarkeit. Der Begriff der Reizbarkeit oder Irritabilität wird von der modernen Physiologie allgemein dahin verstanden, daß die lebendige Substanz die Fähigkeit besitzt, auf Reize zu reagiren, d. h. auf Veränderungen in ihrer Umgebung durch eigene Veränderungen zu antworten. Der Reiz, die Einwirkung einer fremden Energie auf das Plasma, muß aber von diesem empfunden werden, um die betreffende Reizwirkung (in Form verschiedener Energie-Aeußerungen) auszulösen. Die Frage, ob diese Empfindung (in gewissen Fällen) mit Bewußtwerden verknüpft ist, oder aber (gewöhnlich) unbewußt bleibt, ist dabei von ganz untergeordneter Natur. Die Pflanze, die durch Lichtreiz veranlaßt wird, ihren Blumenkelch zu öffnen, verfährt dabei ebenso unbewußt, wie die Koralle, die in Folge desselben Reizes ihren Tentakelkranz entfaltet; und wenn die empfindliche fleischfressende

Pflanze (Dionaea, Drosera) ihre Blätter zusammenschließt, um das darauf sitzende Insect zu fangen und zu verzehren, so thut sie ganz dasselbe, wie die empfindliche Actinie oder Koralle, die zu demselben Zwecke ihren Tentakelkranz schließt — beide ohne Bewußtsein! Wir nennen solche unbewußte Reizbewegungen Reflexe; da ich diese „Reflexthaten" oder reflectiven Functionen im 7. Kapitel der „Welträthsel" ausführlich erörtert habe, kann ich hier darauf verweisen. Diese elementare Seelenthätigkeit beruht immer auf eine Verknüpfung von Empfindung und Bewegung (im weitesten Sinne). Der Bewegung, welche der Reiz hervorruft, geht immer die Empfindung des einwirkenden Reizes voraus.

Empfindung und Reizwahrnehmung. Die moderne Physiologie versucht mehr und mehr den Begriff „Empfindung" ängstlich zu vermeiden und an dessen Stelle den Begriff „Reizwahrnehmung" zu setzen. Die Schuld an dieser irreführenden Ausdrucksweise trägt hauptsächlich die willkürliche und ungerechtfertigte Abtrennung der Psychologie von der Physiologie; letztere soll nur das Recht haben, sich mit materiellen Erscheinungen und physikalischen Aufgaben zu befassen; erstere hingegen das Vorrecht, die „höheren geistigen Phänomene" und die metaphysischen Probleme zu behandeln. Da wir nach unserer monistischen Ueberzeugung diese Scheidung völlig verwerfen, können wir auch die Empfindung nicht von der Reizwahrnehmung trennen — gleichviel ob diese Sensation mit oder ohne Bewußtwerden verläuft. Uebrigens sieht sich die moderne, von der Psychologie sich ablösen wollende Physiologie trotz ihrer Abneigung tausendfach genöthigt, die Begriffe „Empfindung" und „empfindlich" zu gebrauchen, so namentlich in der Lehre von den Sinnesorganen.

Empfindung und Energie. Was wir „Empfindung" oder „Reizwahrnehmung" nennen, kann als eine besondere Form der „lebendigen Kraft" oder der actuellen Energie angesehen werden (Ostwald). Dagegen ist dann die „Empfindlichkeit oder Reizbarkeit" eine Spannkraft oder eine Form der potentiellen

Energie. Die ruhende lebendige Substanz, die „empfindlich oder reizbar" ist, befindet sich im Zustande des Gleichgewichts und ist gleichgültig gegen ihre Umgebung. Hingegen erfährt das bewegte Plasma, das gereizt wird und diesen Reiz „empfindet", eine Störung seines Gleichgewichts und entspricht der „reizenden" Veränderung seiner äußeren Umgebung und seines inneren Zustandes. Diese Gegenwirkung des Organismus gegen den Reiz wird als Reaction bezeichnet; ein Ausdruck, der auch in der Chemie (in gleichem Sinne!) allgemein gebraucht wird, um die Einwirkung der Körper auf einander zu bezeichnen. Bei jeder Reizung wird die Spannkraft des Plasma (Empfindlichkeit) in lebendige Kraft oder Wirkekraft (Empfindung) umgesetzt. Den Anstoß zu diesem Umsatz, welchen dabei der Reiz ausübt, bezeichnet man als Auslösung.

Reaction auf Reize. Der Begriff der Reaction oder „Gegenwirkung" bedeutet ursprünglich allgemein die Veränderung, welche irgend ein Körper durch die Einwirkung oder Action eines anderen Körpers erfährt. So wird also, im einfachsten Falle, die Wechselwirkung von zwei Substanzen in der Chemie allgemein als Reaction bezeichnet. In der chemischen Analyse nennt man im engeren Sinne Reaction diejenige Einwirkung eines Körpers auf einen anderen, welche zur Erkennung seiner Natur dient. Auch hier müssen wir annehmen, daß die beiden Körper ihre verschiedene Beschaffenheit empfinden; denn sonst könnten sie nicht auf einander wirken. Jeder Chemiker spricht daher von einer mehr oder weniger „empfindlichen Reaction". Dieser Vorgang ist aber im Wesen nicht verschieden von derjenigen Reaction, die der lebendige Organismus gegen äußere Reize äußert, gleichviel welcher chemischen oder physischen Art dieselben sind. Ebenso wenig im Princip verschieden ist die psychologische Reaction, die stets mit entsprechenden Veränderungen im Psychoplasma, also auch mit chemischem Energie-Umsatz, verbunden ist. Nur ist im letzteren Falle der Vorgang der Reaction viel complicirter, so daß man als verschiedene

Theile oder Phasen desselben unterscheiden kann: 1. Aeußerer Reiz-Eindruck. 2. Gegenwirkung des Sinnesorgans. 3. Leitung des umgesetzten Eindrucks zum Centralorgan. 4. Innere Empfindung des zugeleiteten Eindrucks. 5. Bewußtwerden des Eindrucks.

Auslösung durch Reize. Der Anstoß zu der Veränderung, die der Reiz im Plasma hervorruft, wird als Auslösung bezeichnet. Auch dieser wichtige Begriff ist der Physik entnommen. Wenn wir ein brennendes Hölzchen in ein Pulverfaß werfen, so giebt dessen Flamme den Anstoß zur Explosion. Beim Dynamit veranlaßt ein einfacher mechanischer Stoß die gewaltigste Kraftentfaltung des explodirenden Stoffes. Wenn wir die gespannte Armbrust abschießen, so genügt der kleine Druck des Fingers auf die gespannte Sehne, um den aufgelegten Pfeil oder Bolzen auf eine weite Entfernung hin seine tödtliche Wirkung ausüben zu lassen. Ebenso genügt ein Ton, ein Lichtstrahl, der unser Ohr oder Auge trifft, um eine Fülle von verwickelten Wirkungen mittelst unseres Nervensystems zu erzielen. Bei der Befruchtung des weiblichen Eies durch die männliche Samenzelle genügt die chemische Vereinigung beider Zeugungsstoffe, um aus der mikroskopischen Plasma-Kugel, der so entstandenen „Stammzelle" (Cytula) ein neues Menschenkind entstehen zu lassen. Bei allen diesen und tausend anderen „Reizwirkungen" genügt ein winzig kleiner Anstoß, um in der gereizten Substanz die größten Wirkungen zu erzielen. Dieser Anstoß, den man Auslösung nennt, ist nicht die directe Ursache der beträchtlichen Veränderung, sondern nur die erste Veranlassung zu ihrer Wirkung. Stets wird dabei eine beträchtliche Menge von aufgespeicherter Spannkraft in lebendige Wirkekraft oder Arbeit umgesetzt. Die Größe beider Kräfte steht in keinem Verhältniß zu der geringen Größe des kleinen Anstoßes, der ihren Umsatz einleitet. Darin liegt der Unterschied der „Reizwirkung" von der einfachen mechanischen Wirkung zweier Körper auf einander, bei welcher die Quantität der übertragenen Energie in beiden gleich groß ist und ein „Anstoß" fehlt.

Aeußere und innere Reize. Die unmittelbare Wirkung eines Reizes auf die lebendige Substanz läßt sich am einfachsten bei den äußeren, physikalischen oder chemischen Reizen verfolgen, die die lebendige Substanz erregen: Licht, Wärme, Druck, Schall, Elektricität, Chemismus. Die physikalische Untersuchung ist hier vielfach im stande, den Lebensproceß auf die Gesetze der anorganischen Natur zurückzuführen. Schwieriger ist das bei den inneren Reizen, die im Organismus selbst liegen und der physiologischen Untersuchung nur zum Theil zugänglich sind. Zwar hat auch hier diese Wissenschaft überall die Aufgabe, sämmtliche biologischen Erscheinungen auf physikalische und chemische Gesetze zurückzuführen. Aber sie vermag dieser schwierigen Aufgabe nur theilweise zu genügen, weil die Erscheinungen zu verwickelt und ihre Bedingungen uns im Einzelnen zu wenig bekannt, auch unsere rohen Untersuchungs-Methoden viel zu unvollkommen sind. Trotzdem überzeugt uns die vergleichende und phylogenetische Physiologie, daß auch die complicirtesten inneren Reizwirkungen, namentlich die sogenannten „Geistesthätigkeiten" des Gehirns, ebenso auf physikalischen Vorgängen beruhen und ebenso dem Substanz-Gesetze unterworfen sind wie jene äußeren; das gilt selbst von der Vernunft und dem Bewußtsein.

Reizleitung. Beim Menschen wie bei allen höheren Thieren werden die Reize durch die Sinnesorgane aufgenommen und durch deren Nerven zum Centralorgan fortgeleitet; hier im Gehirn werden sie entweder in den inneren Sinnesherden in specifische Empfindungen umgesetzt oder in die motorischen Gebiete geleitet, wo sie Bewegungen hervorrufen. Bei den niederen Thieren und den Pflanzen ist die Reizleitung einfacher; die Gewebezellen stoßen hier entweder unmittelbar an einander oder sie stehen durch feine Plasmafäden (Plasmodesmen) in directer Verbindung. Bei den einzelligen Protisten kann der Reiz, der eine beliebige Stelle der Oberfläche trifft, unmittelbar den übrigen Theilen des einheitlichen Plasmakörpers mitgetheilt werden.

Empfindung und Fühlung. Wir werden uns im Verlaufe unserer Untersuchung überzeugen, daß die einfachste Form der Empfindung (im weitesten Sinne!) ebenso allen Anorganen wie allen Organismen zukommt, daß also „Empfindlichkeit" eigentlich eine Grundeigenschaft aller Materie oder richtiger aller Substanz ist. Man kann aber dann folgerichtig auch den sie zusammensetzenden Atomen schon Empfindung zuschreiben. Dieser Grundgedanke des Hylozoismus, den schon Empedocles aussprach, ist neuerdings namentlich von Fechner sehr bestimmt ausgeführt worden. Indessen nimmt dieser verdienstvolle Begründer der Psychophysik („Welträthsel" S. 113) an, daß mit dieser universalen Substanz-Empfindung stets „Bewußtsein" verbunden ist (— oder als Attribut im Sinne von Spinoza: Denken —). Nach unserer Ueberzeugung hingegen ist das Bewußtsein eine secundäre Seelenarbeit, die nur dem Menschen und den höheren Thieren zukommt und an die Centralisation des Nervensystems geknüpft ist („Welträthsel" S. 202). Es ist daher wohl zweckmäßig, die unbewußte Empfindung der Atome als „Fühlung" (Aesthesis) und ihren unbewußten Willen als „Strebung" (Tropesis) zu bezeichnen. Sie äußert sich bei einseitiger Wirkung eines Reizes als „gerichtete Bewegung", als „Reizbewegung" (Tropismus oder Taxis).

Empfindung und Gefühl. Die beiden bekannten Begriffe der Empfindung und des Gefühls werden sowohl in der Physiologie wie in der Psychologie sehr oft verwechselt und in vielfach verschiedener Bedeutung verwendet. Diejenige Richtung der Metaphysik, die diese beiden Wissenschaften vollständig trennt, und diejenige Richtung der Physiologie, die sich ihr anschließt, betrachtet das Gefühl als eine reine „Seelenfunction" oder „Geistesthätigkeit", während sie bei der Empfindung die Verknüpfung mit Körperfunctionen, vor allen Sinnesthätigkeit, zugeben muß. Nach unserer Ansicht sind beide Begriffe rein physiologisch und nicht scharf zu trennen, oder nur insofern, als die Empfindung mehr den äußeren (objectiven) Theil des sensorischen Nervenprocesses umfaßt, das

Gefühl den inneren (subjectiven) Theil. Man kann aber auch ganz allgemein den Unterschied dahin definiren, daß die Empfindung die verschiedenen Qualitäten der Reize wahrnimmt, das Gefühl dagegen bloß die Quantität, die positive oder negative Reizwirkung (Lust und Unlust). Im letzteren weitesten Sinne kann man allen Atomen das Gefühl von Lust oder Unlust (bei der Berührung mit qualitativ verschiedenen Atomen) zuschreiben und damit in der Chemie die „Wahlverwandtschaft" erklären (Synthese der liebenden Atome, Zuneigung — Analyse der hassenden Atome, Abneigung).

Anorgische und organische Empfindung. Unsere monistische Weltanschauung (— gleichviel ob man sie als Energetik oder als Materialismus — richtiger als Hylozoismus auffaßt —) geht dahin, daß alle Substanz „beseelt", d. h. mit Energie begabt ist. Wir finden bei der chemischen Analyse in den Organismen keine anderen Elemente als in den anorganischen Naturkörpern; wir finden, daß die Bewegungen der ersteren denselben Gesetzen der Mechanik gehorchen, wie die der letzteren; wir überzeugen uns, daß der Kraftumsatz oder Energiewechsel in der lebendigen Substanz ebenso geschieht und durch dieselben Reize hervorgerufen wird, wie in der anorganischen Materie. Wir werden schon aus diesen Erfahrungen den Schluß ziehen müssen, daß auch die Reizwahrnehmung — als Empfindung in objectivem, als Gefühl im subjectivem Sinne — hier ebenso allgemein vorhanden ist, wie dort. Alle Naturkörper sind in gewissem Sinne „empfindlich". Gerade in dieser energetischen Auffassung der Substanz unterscheidet sich unser Monismus wesentlich von der materialistischen Auffassung, die einen Theil der „todten" Materie als unempfindlich betrachtet. Hier gerade liegt die wichtige Brücke der Verständigung, die den consequenten Materialismus und Realismus mit dem consequenten Spiritualismus und Idealismus zu verbinden geeignet ist. Aber freilich müssen wir dafür die Anerkennung der Voraussetzung verlangen, daß auch das organische Leben denselben allgemeinen Naturgesetzen unterworfen ist, wie die anorgische Natur. Hier wie dort

wirkt die Außenwelt in gleicher Weise als „Reiz" auf die Innenwelt des Körpers ein. Wir werden uns davon überzeugen, wenn wir jetzt einen Blick auf die verschiedenen Formen der Empfindung werfen, die den verschiedenen Arten des Reizes entsprechen. Licht und Wärme, äußere und innere chemische Reize, Druck und Elektricität, rufen bei ihrer Einwirkung auf organische und anorganische Körper analoge Empfindungen und darauf folgende Veränderungen hervor.

Lichtempfindung. Die Wirkung, die der Lichtreiz oder photische Reiz auf die lebende Substanz ausübt, die daraus sich ergebende Lichtempfindung und die dadurch hervorgerufenen chemischen Energie-Veränderungen sind für alle Organismen von höchster physiologischer Bedeutung. Ja man kann sagen, daß das Sonnenlicht die erste, älteste und wichtigste Quelle des organischen Lebens ist; alle anderen Kraftleistungen sind in letzter Instanz von der strahlenden Energie des Sonnenlichts abhängig. Die älteste und wichtigste Thätigkeit des Plasma, die seine eigene erste Entstehung selbst bedingt, ist die Kohlenstoff-Assimilation; diese Plasmodomie ist aber direct vom Sonnenlicht abhängig. Tritt dasselbe einseitig an den Organismus heran, so ruft es die bestimmte Richtung der Reizbewegung hervor, die man als Phototaxis oder Heliotropismus bezeichnet. Dieselbe ist bei der großen Mehrzahl aller Organismen, sowohl Protisten als Histonen, positiv, d. h. sie suchen die Lichtquelle auf. Jedermann weiß, daß die Blumen, die im Zimmer am Fenster stehen, sich dem Licht zuwenden. Jedoch sind auch viele Lebewesen, die sich an den Aufenthalt im Dunkeln gewöhnt haben, negativ heliotropisch oder phototactisch; sie fliehen das Licht und suchen die Dunkelheit auf, so die Pilze, manche lichtscheue Moose und Farne, viele Tiefsee-Thiere.

Augen und Sehvermögen. Die wichtigsten Organe der Lichtempfindung sind bei den höheren Thieren die Augen; sie fehlen vielen niederen Thieren ebenso wie den Pflanzen. Der wesentliche Unterschied des eigentlichen Auges von der bloßen lichtempfindlichen

Hautstelle liegt darin, daß dasselbe ein Bild von den Gegenständen der Außenwelt entwirft. Den ersten Anfang dieser „Bildempfindung", den wir „Sehen" nennen, macht die Entstehung einer kleinen Sammellinse, eines biconvexen lichtbrechenden Körpers in einer Stelle der Oberhaut. Dunkle Pigmentzellen, die denselben umgeben, absorbiren die Lichtstrahlen. Von dieser ersten phylogenetischen Urform des Sehorgans bis zu dem hoch entwickelten Auge des Menschen und der höheren Thiere führt eine lange Stufenleiter von verschiedenen Entwickelungsstufen hinauf — nicht minder ausgedehnt und bewunderungswürdig, als die historische Stufenleiter unserer künstlichen Seh-Instrumente, von der einfachen Brille und Lupe bis zum höchst vervollkommneten Mikroskop und Teleskop der Gegenwart. Dieses große „Lebenswunder", die lange Scala der Augen-Entwickelung, ist für viele wichtige Fragen der allgemeinen Physiologie und Phylogenie von besonderem Interesse. Wir können hier klar einsehen, wie ein sehr complicirter und zweckmäßiger Apparat rein mechanisch entstanden ist, ohne jeden vorbedachten Zweck oder Bauplan. Sodann können wir hier deutlich erkennen, auf welchem mechanischen Wege eine ganz neue Thätigkeit des Organismus zuerst aufgetreten ist, und zwar eine der wichtigsten Functionen, das Sehen.

Lichtempfindung des Plasma. Das vollkommene Sehen der höheren Thiere setzt sich aus einer großen Anzahl verschiedener Functionen zusammen, denen eine ebenso große Mannigfaltigkeit in der anatomischen Zusammensetzung des Auges aus einzelnen Organen entspricht. Für die vielseitigen zweckmäßigen Lebensthätigkeiten der höheren Thiere, namentlich aber für die wunderbare Geistesthätigkeit des Culturmenschen, für den Fortschritt der Kunst und Wissenschaft, ist nächst dem Gehirn kein anderes Organ so unentbehrlich, wie das Auge! Was wäre unser menschlicher Geist, wenn wir nicht lesen, schreiben, zeichnen und durch unser Auge uns unmittelbare Kenntniß von den Formen und Farben der Außenwelt verschaffen könnten! Und dennoch ist diese unschätzbare Leistung des

„Sehens" nur die höchste und vollkommenste Blüthe jener langen Stufenleiter von Entwickelungs-Processen, deren niederster und einfachster Ausgangspunkt die allgemeine Lichtempfindlichkeit oder photische Reizbarkeit des Plasma ist. Diese zeigt aber auffällige Unterschiede und Abstufungen schon bei den einzelligen Protisten, ja bereits bei ihren niedersten und ältesten Vertretern, den Moneren. Sowohl die einzelnen Arten der Chromaceen als der Bakterien sind in verschiedenem Grade heliotropisch und besitzen feine Empfindung für den Grad des Lichtreizes.

Lichtempfindung der Anorgane. Dieselbe Reizwirkung, die das Licht auf das homogene Plasma der Moneren ausübt, äußert es auch auf viele anorganische Naturkörper; der photische Reiz ruft hier theils chemische, theils mechanische Veränderungen hervor. Jeder Chemiker spricht von Substanzen, die gegen Licht mehr oder weniger „empfindlich" sind; jeder Photograph spricht von seinen „empfindlichen Platten", jeder Maler von seinen „empfindlichen Farben". Viele chemische Verbindungen sind gegen Licht so empfindlich, daß sie sich im Sonnenlicht sofort zersetzen und daher im Dunkeln aufbewahrt werden müssen. Für das verschiedene Verhalten der Atome gegen einander, das sich hier unter dem Reize des Sonnenlichtes so auffällig zeigt, haben wir keinen anderen Ausdruck, als das Wort: „Empfindung". Mir scheint gerade diese Erscheinung evident für die Berechtigung des hylozoistischen Monismus zu sprechen, der die Beseelung aller Materie behauptet. Wird ja doch gerade die „Empfindung" von der Metaphysik als ein wesentliches Attribut der „Seele" angenommen.

Wärmeempfindung (Temperatursinn). Ebenso allgemein wie der Lichtreiz wirkt auch der Wärmereiz auf alle Organismen ein und erregt jene Empfindung, die wir als subjectives Gefühl von Hitze und Wärme, Kühle und Kälte bald angenehm, bald unangenehm empfinden. Das Sinnesorgan, das diese Temperatur-Eindrücke vermittelt, ist bei den Protisten die Oberfläche des einzelligen Plasmakörpers, bei den Histonen die Hautdecke (Epidermis),

die ihre Oberfläche gegen die Außenwelt abgrenzt. Bei allen Lebewesen ist die Temperatur des umgebenden Mediums (Wasser oder Luft) von größtem Einfluß auf die Regulirung ihrer Lebensthätigkeiten, und bei den festsitzenden Thieren und Pflanzen auch die Temperatur des Erdbodens, auf dem sie befestigt sind. Stets muß dieser Wärmegrad zwischen dem Gefrierpunkt und dem Siedepunkt des Wassers liegen, da das tropfbarflüssige Wasser für die Imbibition oder Quellung der lebendigen Substanz und für die molecularen Bewegungen innerhalb des Plasma unentbehrlich ist. Allerdings können einzelne niedere Protisten (Chromaceen, Bakterien) auch sehr hohe und sehr niedere Temperaturen kurze Zeit hindurch vertragen, aber doch nur vorübergehend. Einige Protisten (Moneren und Diatomeen) konnten mehrere Tage eine Temperatur von weniger als — 200 ° C. ertragen, und andere auf Temperatur über den Siedepunkt erhitzt werden, ohne zu sterben. Arktische und hochalpine Pflanzen und Thiere können mehrere Monate in völlig gefrorenem Zustande verharren und nach dem Aufthauen weiter leben. Allein erstens dauert der Widerstand gegen solche extreme Kältegrade nur eine begrenzte Zeit an, und zweitens sind während dieser Kältestarre alle Lebensthätigkeiten sistirt.

W ä r m e g r e n z e n. Bei der großen Mehrzahl der Lebewesen ist dagegen die Lebensthätigkeit an sehr enge Temperaturgrenzen gebunden. Viele Pflanzen und Thiere der Tropen, die seit Jahrtausenden an die Beständigkeit des heißen Aequatorialklimas gewöhnt sind, können nur innerhalb sehr enger Grenzen der Wärmeschwankung existiren. Umgekehrt verhalten sich viele Bewohner von Centralsibirien, dessen extremes Continentalklima im kurzen Sommer sehr heiß, im langen Winter sehr kalt ist. Das lebendige Plasma hat also durch Anpassung an die verschiedensten Lebensbedingungen sehr bedeutende Veränderungen seines W ä r m e s i n n e s erfahren; sowohl das Maximum und Minimum, wie das Optimum des Wärmereizes unterliegt den größten Schwankungen. Das läßt sich sehr deutlich beobachten und experimentell verfolgen an den Er-

scheinungen der Thermotoxis oder des Thermotropismus, d. h. den Reizbewegungen, die bei einseitiger Einwirkung des Wärmereizes auftreten. Der Zustand des Organismus, der jenseits des Minimum eintritt, wird als „Kältestarre" der jenseits des Maximum als „Wärmestarre" bezeichnet.

Wärmeempfindung der Anorgane. Gleich dem Lichtreiz wirkt auch der Wärmereiz auf die anorganischen Naturkörper ebenso allgemein ein, wie auf die organischen. Auch hier gilt allgemein das Gesetz, daß höhere Temperaturen die Empfindung erregen, niedere dagegen sie lähmen. Auch für viele chemische und physikalische Vorgänge in der anorganischen Welt giebt es ein Minimum, ein Optimum und Maximum. Für die lösende Einwirkung des tropfbarflüssigen Wassers bedeutet sein Gefrieren das Minimum des Wärmereizes, das Sieden hingegen das Maximum. Da die verschiedenen chemischen Verbindungen in Wasser sich bei sehr verschiedenen Wärmegraden lösen, ist für viele Substanzen auch ein Optimum vorhanden, d. h. die Temperatur, bei der sich eine gegebene Menge des festen Körpers am leichtesten und raschesten in Wasser löst. Im Allgemeinen gilt für die chemischen Processe das Gesetz, daß sie durch höhere Temperaturen beschleunigt, durch niedere herabgesetzt werden (— ebenso wie die menschlichen „Leidenschaften"! —); die ersteren wirken erregend, die letzteren lähmend. Da die Einwirkung der verschiedenen chemischen Verbindungen auf einander durch die Natur der Elemente und deren Wahlverwandtschaft bedingt ist, so müssen wir ihr verschiedenes Verhalten gegen thermische Reize auf die Temperaturempfindung der sie zusammensetzenden Atome zurückführen; Erhöhung des Wärmegrades erregt dieselbe, Herabsetzung vermindert oder lähmt sie. Auch hierin gleichen die einfachen anorganischen Processe im Wesentlichen den verwickelteren Lebens-Erscheinungen der organischen Körper.

Stoffempfindung (Chemaesthesis). Da wir das ganze organische Leben im letzten Grunde nur als einen höchst verwickelten chemischen Proceß betrachten können, ist von vornherein zu erwarten, daß auch die chemischen Reize im Vorgang der Empfindung

die größte Rolle spielen. Das ist auch in der That der Fall; vom einfachsten Moner an bis zur hoch differenzirten Zelle und von dieser aufwärts bis zur Blüthe des Baumes und bis zur Gedankenbildung des Menschen, werden die Lebensprocesse von chemischen Kräften und Energie-Umsätzen beherrscht, für welche äußere oder innere chemische Reize den ersten Anstoß geben. Die Reizwahrnehmung, die diese hervorrufen, bezeichnen wir allgemein als Stoffempfindung oder Chemaesthese; ihre Basis bildet das gegenseitige Verhalten der chemischen Stoffe oder Elemente, das man als chemische Verwandtschaft oder Affinität bezeichnet. Bei dieser Wahlverwandtschaft machen sich allgemeine Anziehungs-Verhältnisse geltend, die in der Natur der Elemente selbst liegen, bezüglich in den besonderen Eigenschaften der sie zusammensetzenden Atome; und diese sind nur dadurch zu erklären, daß wir ihnen unbewußte Empfindung in weiterem Sinne zuschreiben, ein inhärentes Gefühl von Lust oder Unlust, das sie bei der Berührung mit anderen Atomen empfinden („Lieben und Hassen der Elemente" bei Empedocles).

Chemische Reize. Die zahllosen verschiedenen Reize, welche chemisch auf das Plasma einwirken und dessen „Stoffempfindung" erregen, können in zwei große Gruppen eingetheilt werden, äußere und innere Reize. Die letzteren liegen im Organismus selbst und bewirken die inneren „Organempfindungen"; die ersteren liegen in der Außenwelt und werden empfunden als Geschmack, Geruch, Geschlechtsgefühl u. s. w. Bei den höheren Thieren sind für diese äußeren chemischen Reize besondere „chemische Sinnesorgane" entwickelt; da diese aus unserer eigenen menschlichen Empfindung uns genau bekannt sind, und da die vergleichende Physiologie uns auch dieselben Verhältnisse bei den höheren Thieren erkennen läßt, wollen wir diese zunächst betrachten. Im Allgemeinen gilt auch für diese äußeren chemischen Reize dasselbe Gesetz, wie für die optischen und thermischen Reize; die Abstufungen ihrer Wirkung lassen ein Maximum als höchste Grenze ihrer Reizwirkung er-

kennen, ein Minimum als niederste Grenze und ein Optimum als diejenige Stufe, auf welcher der Reiz am stärksten einwirkt.

Geschmacksempfindung. Die wichtige Rolle, welche die Function des Schmeckens und das damit verknüpfte Lustgefühl im Leben des Menschen spielt, ist allgemein bekannt. Die sorgfältige Auswahl und Zubereitung wohlschmeckender Speisen, die in der Gastronomie sich zu einer besonderen „Kunst", in der Gastrosophie sogar zu einem besonderen Zweige der praktischen Philosophie entwickelt hat, ist schon vor 2000 Jahren bei den Griechen und Römern ebenso wichtig gewesen, wie heutzutage bei den „Liebesmahlen" der Officiere und bei den „lucullischen Diners" der Millionäre. Die erregte Gemüthsstimmung, die sich mit raffinirtem Wechsel verschiedener wohlschmeckender Speisen und Getränke verknüpft und die in den neuerdings so beliebten Tischreden und Toasten ihren rhetorischen Ausdruck findet, hat ihre philosophische Wurzel in der Harmonie der Geschmacks-Empfindungen, in den wechselnden Reizen, welche verschiedene „delicate" Speisen und Getränke auf die Geschmacksorgane, Zunge und Gaumen ausüben. Die mikroskopischen Organe dieser Theile der Mundhöhle sind die „Schmeckbecher oder Geschmacksknospen", becherförmige Gebilde, die von spindelförmigen „Schmeckzellen" ausgekleidet sind und eine enge Oeffnung nach der Mundhöhle haben. Indem die schmeckbaren Substanzen, Getränke und flüssige oder lösliche Theile der Speisen, die Schmeckzellen berühren, erregen sie die feinen Endäste der Geschmacksnerven, die in letztere übergehen. Da wir nun sehen, daß bei den meisten höheren Thieren gleiche oder ähnliche Einrichtungen in der Mundhöhle bestehen, und daß auch sie ihre Nahrung sorgfältig auswählen, können wir mit Sicherheit schließen, daß die Geschmacks-Empfindung ähnlich wie beim Menschen geschieht. Dagegen ist das bei vielen niederen Thieren nicht nachzuweisen; namentlich ist hier die Grenze vom Geschmacks- und Geruchs-Sinn nicht festzustellen.

Geruchsempfindung. Beim Menschen und den höheren, in der Luft lebenden und luftathmenden Wirbelthieren ist der Sitz

des Geruchssinns die Nasenhöhle, und beim Menschen speciell dasjenige Gebiet der Nasenschleimhaut, das als Riechgegend (Regio olfactoria) bezeichnet wird (der oberste Theil der Nasenscheidewand, die obere und mittlere Muschel). Bedingung für die Geruchsempfindung ist, daß die riechbaren Stoffe, die Riechreize oder olfactorischen Reize, in fein zertheilter Form über die feuchte Riechschleimhaut weggeführt werden. Wenn dieselben die Riechzellen berühren, schlanke stäbchenförmige Zellen, die am freien Ende äußerst feine Härchen (Riechhärchen) tragen, so erregt der olfactorische Reiz die letzten Enden des Geruchsnerven (Olfactorius), die mit jenen in Verbindung stehen.

Bei vielen Thieren, namentlich Säugethieren, spielt der Geruchssinn eine viel wichtigere Rolle im Leben, als beim Menschen, wo er relativ schwach entwickelt ist. Bekanntlich riechen Hunde und andere Raubthiere, auch Hufthiere, ungleich schärfer. Die Nasenhöhle, die den Sitz des Geruchssinns bildet, ist auch hier größer und die darin liegenden „Riechmuscheln" viel stärker entwickelt. Die paarige Nasenhöhle der luftathmenden Wirbelthiere ist ursprünglich aus ein Paar offenen Nasengruben in der Kopfhaut der Fische entstanden. Bei diesen im Wasser lebenden Vertrebraten muß die chemische Einwirkung der Riechreize sich aber in anderer Weise vollziehen, ähnlich der Geschmacks-Empfindung. Denn hier werden die Riechstoffe in flüssiger Form mit der Riechschleimhaut in Berührung gebracht (— beim Menschen sind sie in dieser Form nicht riechbar —). Ueberhaupt verwischt sich bei den niederen Thieren die Grenze zwischen Geruchssinn und Geschmackssinn vollständig; beide „chemische Sinne" sind nächstverwandt und haben gemeinsam die directe chemische Einwirkung des Reizes auf die empfindliche Hautstelle.

Geschmacksempfindung der Pflanzen. Eine chemische Stoffempfindung, die vollkommen der echten Geschmacksempfindung der höheren Thiere entspricht, zeigen einige höhere fleischfressende Pflanzen. Die Blätter unseres einheimischen Sonnenthaus (Drosera

rotundifolia) sind sehr empfindliche Insectenfallen und am Rande mit geknöpften „Tentakeln" besetzt, klebrigen Köpfchenhaaren, die einen sauren, fleischverdauenden Saft absondern. Wenn ein fester Körper (— aber nicht wenn ein Regentropfen! —) die Oberfläche des Blattes berührt, wirkt der Reiz auf das Tentakelköpfchen dergestalt auslösend, daß das Blatt zusammengelegt wird. Aber nur, wenn der feste fremde Körper stickstoffhaltig (Fleisch oder Käse) ist, wird von dem Tentakelköpfchen die saure Flüssigkeit abgesondert, die zu dessen Verdauung dient und dem Magensaft der Thiere entspricht. Das Blatt dieser fleischfressenden Pflanzen schmeckt also die Fleischnahrung und unterscheidet sie von anderen festen Körpern, die ihm gleichgültig sind. In weiterem Sinne kann man aber auch die Wurzelspitzen der Pflanzen als „Geschmacksorgane" bezeichnen; denn sie ziehen sich im Erdboden nach den fetteren Stellen hin, die einen größeren Nahrungsgehalt besitzen, und vermeiden die mageren Stellen. Bei einzelligen Pflanzen und Thieren offenbart sich die Wirksamkeit chemischer Reize besonders dann, wenn sie einseitig auf den Organismus einwirken und bestimmte Bewegungen nach dieser einen Richtung hervorrufen (Chemotaxis).

Chemotaxis (oder Chemotropismus). Die Bewegungen von einzelligen Organismen, die durch chemische Reize hervorgerufen und als Chemotropismus (später als Chemotaxis) bezeichnet werden, sind besonders deshalb interessant, weil sie eine chemische, dem Geschmack oder Geruch anzuschließende Sinnesempfindung schon bei den niedersten Organismen, ja schon im homogenen Plasma der Moneren erkennen lassen. Oft wiederholte Versuche von Wilhelm Engelmann, Max Verworn u. A. haben gelehrt, daß viele Bakterien, Diatomeen, Infusorien, Rhizopoden und andere Protisten eine entsprechende Geschmacksempfindung besitzen; sie bewegen sich nach gewissen Säuren hin (z. B. einem Tropfen Aepfelsäure) oder einem Sauerstoffbläschen, das an einer Seite des Wassertropfens eintritt, in dem sich die Protisten unter dem Mikroskop befinden. Viele pathogene Bakterien scheiden giftige Sub-

stanzen aus, die für den menschlichen Organismus höchst schädlich sind. Die beweglichen weißen Blutzellen des Menschen oder die Leucocyten haben einen besonderen „Geschmack" für diese Bakterien-Gifte und wandern mittelst ihrer amoeboiden Bewegungen massenhaft nach den Körperstellen hin, an denen sie ausgeschieden werden; sie fressen die Bakterien auf. Wenn die Leucocyten im Kampfe mit den Bakterien die stärkeren sind, vertilgen sie dieselben und verhüten als „Reinigungs-Polizei" die giftige Infection unseres Organismus. Wenn aber umgekehrt die Bakterien Sieger sind, so werden sie von den Leucocyten nach anderen Körperstellen hin transportirt; sie unterscheiden deren Plasma durch Geschmack und können eine tödtliche Infection hervorrufen.

Erotischer Chemotropismus. Eine ganz besonders interessante und wichtige Art der chemischen Reizwirkung bildet die gegenseitige Anziehung der beiderlei Geschlechtszellen, die ich schon vor 30 Jahren als erotischen Chemotropismus unterschieden und als älteste phylogenetische Quelle der sexuellen Liebe hervorgehoben habe (Anthropogenie, 1874; 5. Aufl. 1903, S. 156, 875). Die bedeutungsvollen Erscheinungen der Befruchtung, von allen Vorgängen der geschlechtlichen Zeugung die wichtigsten, beruhen auf der Verschmelzung von zwei verschiedenen Zellen, der weiblichen Eizelle und der männlichen Spermazelle. Diese würde nicht eintreten können, wenn nicht beide Zellen „Empfindung" für ihre chemische Verschiedenheit und Neigung zur gegenseitigen Verbindung hätten; dadurch getrieben, ziehen sie sich an. Diese „sexuelle Wahlverwandtschaft" zeigt sich schon auf den niedersten Stufen des Pflanzenlebens, bei Protophyten und Algen. Hier sind oft beiderlei Zellen beweglich und schwimmen auf einander zu, um sich zu verbinden, die kleineren (männlichen) Mikrogameten und die größeren (weiblichen) Makrogameten. Bei den höheren Pflanzen und Thieren ist gewöhnlich nur die kleine männliche Spermazelle beweglich und schwimmt auf die große unbewegliche Eizelle zu, um mit ihr zu verschmelzen. Die Empfindung, die sie dazu treibt, ist eine chemische, dem Geruch und Geschmack

verwandte Sinnesthätigkeit. Das haben die schönen Versuche von Pfeffer bewiesen; er zeigte, daß die männlichen Geißelzellen der Farne durch Aepfelsäure, diejenigen der Moose durch Rohrzucker ebenso angezogen werden, wie durch die Ausdünstung der weiblichen Eizelle. Auf demselben erotischen Chemotropismus beruht aber auch die Befruchtung aller höheren Organismen.

Geschlechts-Empfindung (Eros). Während wir den erotischen Chemotropismus als eine allgemeine, bei allen amphigonen Organismen stattfindende Sinnesthätigkeit der Sexual-Zellen betrachten müssen, entwickeln sich daneben noch bei den höheren Organismen besondere Formen des Geschlechtssinnes, die an specielle Organe geknüpft sind; als Quelle der sexuellen Liebe spielen sie die größte Rolle im Leben vieler Histonen. Beim Menschen, wie bei den meisten höheren Thieren, verbinden sich diese Liebesgefühle mit den höchsten Vorstellungen des Seelenlebens und haben zur Ausbildung der merkwürdigsten Gewohnheiten, Instincte und Leidenschaften geführt. Wilhelm Bölsche hat in seinem berühmten Werk über „Das Liebesleben in der Natur“ (1903) aus diesem unendlich reichen und anziehenden Gebiete der „Lebenswunder“ eine Auswahl in geistreicher Weise zusammengestellt. Bekanntlich ist dieser Geschlechtssinn beim Menschen aus demjenigen der nächstverwandten Säugethiere, der Affen, hervorgegangen. Während er aber bei vielen Affen als schamlose und abstoßende Caricatur erscheint, hat er sich beim Menschen im Laufe der Cultur-Entwickelung unendlich veredelt und verfeinert. Trotzdem sind die sexuellen Sinnesorgane und ihre specifische Energie dieselben geblieben. Bei den Wirbelthieren wie bei den Gliederthieren und vielen anderen Metazoen sind die Begattungsorgane (Copulativa — Penis des Mannes, Clitoris und Vagina des Weibes) mit besonderen Zellenformen („Wollustkörperchen“) ausgestattet, die den Sitz der höchsten Wollustgefühle bilden (vergl. Anthropogenie, 5. Aufl., S. 902, Taf. 30). Auch die Schamhaare, die den Venusberg bedecken, sind seine Organe des Geschlechtssinnes, ebenso wie die Tasthaare am Munde

(Schnurrbart). In merkwürdigster Weise hat sich hier die innige Wechselbeziehung (Correlation) zwischen den sinnlichen Energie-Formen der Begattungsorgane und den „geistigen“ Functionen des Central-Nervensystems entwickelt. Auch ein großer Bezirk der übrigen Oberhaut kann hierbei als „secundäres“ Organ des Geschlechtssinnes mitwirken, wie die Liebkosungen beim Streicheln, Umarmen, Küssen u. s. w. beweisen. Unser größter lyrischer Dichter, Goethe, — zugleich unser feinsinnigster monistischer Philosoph und tiefblickendster Menschenkenner! — hat in unübertrefflicher Form diesem sinnlich-übersinnlichen Urgrund der sexuellen Liebe Ausdruck gegeben. Die Ontogenie lehrt unzweideutig, daß deren Elementar-Organe, die Epidermis-Zellen, sämmtlich vom Ectoderm abstammen.

Organempfindungen. Mit diesem Ausdruck bezeichnet die neuere Physiologie die Empfindung bestimmter innerer Zustände des Körpers, die größtentheils durch chemische Reize (— zum kleineren Theil auch durch mechanische und andere Reize —) in den Organen selbst bewirkt wird. Als subjective Reizwahrnehmungen des Organismus selbst werden gerade diese Zustände vorzugsweise als „Gefühle“ bezeichnet, die positiven als Lust, Wohlbehagen, Entzücken u. s. w., die negativen als Unlust, Unbehagen, Schmerz u. s. w. Für die Selbstregulirung des complicirten Organismus sind diese Organempfindungen, die auch als „Gemeinempfindungen oder Gemeingefühle“ bezeichnet werden, von großer Bedeutung. Zu den positiven Organ-Empfindungen gehören nicht nur das körperliche Gefühl der Sättigung, der Ruhe, des Behagens, sondern auch die psychischen Gefühle der Freude, der behaglichen und freudigen „Stimmung“, der Seelenruhe u. s. w. Ebenso gehören zu den negativen Gemeingefühlen nicht bloß Hunger und Durst, körperliche Ermüdung, Leibschmerzen und Seekrankheit, sondern auch psychische „Abspannung“, Schwindel, verdrießliche und traurige Stimmung u. s. w. Zwischen beiden Gruppen steht die dritte Gruppe der neutralen Organempfindungen, die weder Schmerz noch Lust bedeuten, sondern bloß die Wahrnehmung

gewisser innerer Zustände, z. B. der Muskelspannung (beim Heben schwerer Gegenstände), der gegenseitigen Lage der Glieder unseres Körpers (beim Kreuzen der Beine) u. s. w.

Stoffempfindung der Anorgane. Ebenso allgemein und bedeutungsvoll, wie im Leben aller Organismen, ist die chemische Empfindung auch in allen Theilen der anorganischen Natur. Denn hier ist sie nichts Geringeres als die Basis der sogenannten „Wahlverwandtschaft", der chemischen Verwandtschaft oder Affinität. Kein chemischer Proceß kann in seinem innersten Wesen begriffen werden, ohne daß wir seinen Atomen gegenseitige Empfindung zuschreiben, ohne daß wir ihre Verbindung aus dem Gefühle von Lust, ihre Trennung aus dem Gefühle von Unlust erklären. Schon der große Empedocles (im 5. Jahrhundert v. Chr.) hatte das Werden aller Dinge durch die verschiedene Mischung seiner vier Elemente erklärt, durch das Wechselspiel von Liebe (Anziehung) und Haß (Abstoßung). Selbstverständlich ist diese Zuneigung und Abneigung als eine „unbewußte" vorzustellen, ebenso wie bei den „Instincten" der Pflanzen und Thiere. Will man dafür lieber den Ausdruck „Empfindung" vermeiden, so kann man sie auch Fühlung (Aesthesis) nennen, und die (unwillkürliche) darauf folgende „Reizbewegung" Strebung (Tropesis), die Fähigkeit zu letzterer Tropismus (neuerdings Taxis, vergl. Kap. 12 der „Welträthsel"). Nehmen wir als Beispiel den einfachsten Fall einer chemischen Verbindung: wenn wir Schwefel und Quecksilber, zwei ganz verschiedene Elemente, zusammenreiben, so treten die Atome der fein zertheilten Stoffe eng zusammen und bilden einen dritten, ganz davon verschiedenen, chemischen Körper, das Zinnober. Wie ist diese einfache Synthese möglich, ohne daß die beiden Elemente sich gegenseitig empfinden, sich zu einander hinbewegen und dann erst verbinden?

Druckempfindung (Baraesthese). Ganz allgemein in der Natur ist die Empfindung für den mechanischen Reiz der Massenanziehung, dessen umfassendsten Begriff das Gravitations-Gesetz von Newton

darstellt. Nach diesem, das ganze Universum beherrschenden Grundgesetze ziehen sich je zwei Massentheilchen im geraden Verhältnisse ihrer Massen und im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats ihrer Entfernung an. Auch diese Anziehung ist auf die „Massenempfindung" der sich gegenseitig anziehenden Atome zurückzuführen. Die locale Empfindung, die irgend ein Körper bei der Berührung auf die Oberfläche eines Organismus ausübt, wird als Druck (Baros) empfunden. Ein Reiz, den dieser Druck einseitig ausübt, ruft als Reaction den Gegendruck hervor und das Streben nach Ausgleichung derselben, die Druckbewegung (Barotaxis oder Barotropismus). Die Empfindlichkeit gegen den Druck oder die Berührung fester Körper ist in der organischen Welt allgemein verbreitet; sie läßt sich experimentell schon bei den Protisten ebenso nachweisen, wie bei den Histonen. Als Organe dieses Drucksinnes (der Baraesthese) sind bei den höheren Thieren besondere Sinnesorgane in der Haut entwickelt, die „Tastkörperchen"; sie sind am zahlreichsten in den Fingerspitzen und anderen, besonders „empfindlichen" Theilen. Bei vielen höheren Thieren sind besonderer Sitz einer feinen Tastempfindung die Fühler oder Tentakeln, bei höheren Gliederthieren die „Fühlhörner" oder Antennen. Aber auch bei den höheren Pflanzen sind solche Tast- und Greif-Organe weit verbreitet, namentlich bei den kletternden Gewächsen (Weinrebe, Zaunrübe u. a.). Die dünnen Ranken derselben, die sich spiralig krümmen und aufrollen, besitzen ein sehr feines Gefühl für die Beschaffenheit der Stützen, die sie umfassen; sie unterscheiden glatte und rauhe, dicke und dünne Stützen, und ziehen die letzteren den ersteren vor. Manche höheren Pflanzen, die in besonderem Grade gegen Druck empfindlich sind, zum Theil sogar besondere Tastorgane (Tentakeln) besitzen, äußern dies durch Bewegungen der Blätter (die „Sinnpflanzen", Mimosa, Dionaea, Oxalis). Aber auch schon auf die einzelligen Protisten übt die Berührung fester Körper einen Reiz aus, dessen Empfindung entsprechende Bewegungen auslöst (Thigmotaxis oder Thigmotropismus). Eine eigenthümliche Form der

Druckempfindung wird bei manchen Organismen durch die Strömung von Flüssigkeiten hervorgerufen; bei Mycetozoen z. B. ruft dieselbe entsprechende Gegenbewegungen hervor (Rheotaxis, Rheotropismus), wie Ernst Stahl durch Versuche an Aethelium septicum gezeigt hat.

Elasticität. Eine interessante Analogie zu der Thigmotaxis des festflüssigen lebendigen Plasma bietet die Elasticität der festen anorganischen Körper, z. B. eines elastischen Stahlstabes. Vermöge seiner „Schnellkraft oder Federkraft" reagirt der elastische Metallstab gegen die Druckwirkung der Kraft, die ihn gebogen hat, und strebt seine frühere Gestalt wieder anzunehmen. Vermöge ihrer Torsions-Elasticität setzt die spiralig aufgewundene Stahlfeder der Taschenuhr deren Uhrwerk in Bewegung.

Geotaxis (oder Geotropismus). Eine besonders wichtige Rolle spielt in der Botanik die Einwirkung, welche die Schwerkraft auf das Wachsthum der Pflanzen ausübt. Die Massenanziehung nach dem Mittelpunkt der Erde bewirkt, daß die positiv geotropischen Wurzeln senkrecht in die Erde hinein wachsen, während die negativ geotropischen Stengel in entgegengesetzter Richtung emporwachsen. Dasselbe gilt für viele festsitzende Thiere, die mit Wurzeln am Boden befestigt sind, Polypen, Korallen, Bryozoen u. s. w. Aber auch die Ortsbewegung der frei lebenden Thiere, die Lagebeziehungen ihrer Körper zum Boden, die Stellung und Haltung ihrer Gliedmaßen u. s. w. wird theils durch die Empfindung der Schwerkraft bestimmt, theils durch Anpassung an bestimmte Functionen, die dieser entgegenwirken, beim Laufen, Schwimmen u. s. w. Alle diese geotropischen Empfindungen gehören in dieselbe Gruppe von barotactischen Erscheinungen, wie der Fall des Steins oder jede andere Wirkung der Schwerkraft, die auf der anorgischen Empfindung der Massenanziehung beruht.

Raumsinn. In Folge dieser Anpassungen entwickelt sich bei den höheren, frei beweglichen Thieren ein ausgeprägter Raumsinn. Die Empfindung der drei Raum-Dimensionen wird hier zu

einem wichtigen Orientirungs-Mittel, und bei den Wirbelthieren entwickeln sich, von den Fischen aufwärts bis zum Menschen, als besondere Organe desselben die drei Ringcanäle im Gehörorgan. Diese drei halbzirkelförmigen Canäle, die auf einander senkrecht in den drei Dimensionen des Raumes liegen, vermitteln zunächst die Empfindung für die Kopfstellung und Kopfbewegung, in Beziehung damit aber auch die normale Körperhaltung und das Gefühl für das Gleichgewicht. Wenn man die drei Ringcanäle zerstört, geht das Gleichgewicht verloren; der Körper schwankt und fällt um. Diese Organe haben also nicht akustische, sondern statische oder geotactische Bedeutung, und dasselbe gilt für die sogenannten „Gehörbläschen" vieler niederen Thiere, kugelige Bläschen, die außer einer Flüssigkeit einen festen Körper enthalten, den „Gehörstein" (Otolith). Wenn dieser Körper seine Lage mit der Haltung des ganzen Thierkörpers verändert, drückt er auf die feinen Hörhärchen, die als Endzweige des Hörnerven in das Bläschen eintreten. Indessen ist wahrscheinlich der Gleichgewichtssinn oft mit dem Gehörsinn combinirt.

Schallempfindung. Die Wahrnehmung von Geräuschen, Tönen und Klängen, die man als Gehör oder Schallempfindung bezeichnet, ist auf einen Theil der höheren, frei beweglichen Thiere beschränkt; vorausgesetzt, daß nicht auch die eben erwähnten „Gehörbläschen" niederer Thiere neben den statischen auch akustische Empfindungen vermitteln. Die specifische Empfindung des „Hörens" entsteht durch Schwingungen des Mediums, in dem das Thier lebt (Luft oder Wasser), oder durch Schwingungen fester Körper (z. B. Stimmgabeln), die mit demselben in Berührung gebracht werden. Wenn die Schwingungen unregelmäßig sind, werden sie als „Geräusche", wenn sie regelmäßig sind, als „Töne" empfunden; wenn mehrere Töne zusammen (Grundton und Obertöne) eine Mischempfindung erregen, wird diese als Klang bezeichnet. Die Schwingungen der tönenden Körper werden auf die Hörzellen übertragen, welche die Endausbreitung des Hörnerven darstellen.

Die specifische Empfindung des Gehörs ist also ursprünglich auf die Druckempfindung zurückzuführen, aus der sie hervorgegangen ist. Da das Gehörorgan ebenso wie das Auge zu den wichtigsten Werkzeugen des höheren Seelenlebens gehört, und da das raffinirte musikalische Gehör des modernen Culturmenschen vielfach als eine metaphysische Seelenthätigkeit aufgefaßt wird, ist es wichtig zu constatiren, daß auch hier wieder der Ausgangspunkt ein rein physischer ist, d. h. auf die Druckempfindung der Masse, die Schwerkraft zurückzuführen.

Elektrische Empfindungen. Die große Bedeutung, welche die Elektricität in der ganzen Natur spielt, ebenso in der organischen wie in der anorgischen, ist erst neuerdings in ihrer ganzen Bedeutung gewürdigt worden. Mit vielen (oder nach neuerer Annahme mit allen) chemischen und optischen Processen sind auch elektrische verknüpft. Aber wie weit eine besondere Empfindung dafür in den verschiedenen Klassen der Organismen verbreitet ist, davon wissen wir sehr wenig. Der Mensch selbst und die meisten höheren Thiere besitzen keine elektrischen Organe (vom Auge abgesehen) und keine Sinnesorgane, welche eine specifische „elektrische Empfindung" vermitteln. Anders ist dies wahrscheinlich bei vielen niederen Thieren, und namentlich solchen, die freie Elektricität entwickeln, wie die elektrischen Fische. Froschlarven und Fischembryonen stellen sich in einem Wassergefäß, durch das ein galvanischer Strom geleitet wird, bei dessen Schließung mit ihrer Längsaxe in die Richtung der Sturmcurven, und zwar so, daß der Kopf nach der Anode, der Schwanz nach der Kathode gerichtet ist (Hermann). Auch die leuchtenden Seethiere, die das schöne Phänomen des „Meerleuchtens" bewirken, ferner die Leuchtkäfer und andere lichtentwickelnde Organismen besitzen wahrscheinlich unbewußte Empfindung für die damit verknüpften Strömungen der elektrischen Energie. Vielleicht hängt damit auch unser „Muskelgefühl" zusammen. Directe Reaction gegen elektrische Reize zeigen viele Pflanzen; wenn man durch die Wurzelspitzen (— sehr empfind-

liche „Sinnesorgane", von Darwin mit dem Gehirn der Thiere verglichen! —) längere Zeit einen constanten galvanischen Strom gehen läßt, so krümmen sie sich nach der Kathode hin.

Galvanotaxis der Protisten. Sehr empfindlich gegen elektrische Ströme sind viele Protisten, wie namentlich Max Verworn durch eine Reihe von schönen Versuchen gezeigt hat. Die meisten Wimperinfusorien (Ciliata) und viele Rhizopoden (Amoeba) sind kathodisch-empfindlich oder negativ-galvanotaktisch. Wenn man durch einen Wassertropfen, in dem Tausende von Paramaecium durch einander wimmeln, einen constanten elektrischen Strom leitet, so schwimmen sofort alle Infusorien, mit dem vorderen Körperpol voran, nach der Kathode oder dem negativen Pol hin; sie sammeln sich in dicht gedrängten Massen um denselben an. Wird nun die Richtung des Stromes gewechselt, so macht die ganze Gesellschaft kehrt und schwimmt sofort in entgegengesetzter Richtung nach der neuen Kathode hin. Umgekehrt verhalten sich die meisten Geißelinfusorien (Flagellata); sie sind anodisch-empfindlich oder positiv-galvanotaktisch. In einem Wassertropfen, in dem Schaaren von Polytoma umherwimmeln, schwimmen bei Durchleitung eines galvanischen Stromes alle Zellen sofort nach der Anode oder dem positiven Pol hin. Sehr interessant ist das entgegengesetzte galvanotropische Verhalten dieser beiden Infusorien-Gruppen in einem Wassertropfen, in dem sie gemischt durch einander wimmeln; sobald ein constanter Strom in denselben eintritt, schwimmen die Ciliaten nach der Kathode, die Flagellaten nach der Anode hin. Beim Stromwechsel rücken beide Schaaren wie zwei feindliche Heere auf einander los, kreuzen sich in der Mitte des Tropfens und sammeln sich an den entgegengesetzten Polen wieder an. Diese und andere Erscheinungen der galvanischen Empfindung lehren deutlich, daß das lebendige Plasma denselben physikalischen Gesetzen unterworfen ist, wie das Wasser, das durch den elektrischen Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt wird; beide Elemente empfinden die entgegengesetzten Elektricitäten.

Fünfzehnte Tabelle.

Stufenleiter der Empfindung und Reizbarkeit.

(Scala der Sensibilität und Irritabilität.)

I. Stufe: Empfindung der Atome. Wahlverwandtschaft der Elemente, bei jedem chemischen Vorgang thätig.

II. Stufe: Empfindung der Molecüle (Atom-Gruppen): bei der Anziehung und Abstoßung der Molecüle (positive und negative Elektricität u. s. w.).

III. Stufe: Empfindung der Plastidule (Micellen, Biogene oder Plasma-Molecüle): beim einfachsten Lebensprozeß der Moneren (Chromaceen und Bakterien).

IV. Stufe: Empfindung der Zellen: Reizbarkeit der einzelligen Protisten (Protophyten und Protozoen); erotischer Chemotropismus an den Zelltern, trophischer an den Zellenleib gebunden.

V. Stufe: Empfindung der Coenobien (Volvox, Magosphaera). Mit der Bildung von Zellvereinen verknüpft sich Association von Empfindungen (Einzelgefühl der socialen Zellen verbunden mit Gemeingefühl des Zellvereins).

VI. Stufe: Empfindung der niederen Pflanzen. Bei den Metaphyten oder Gewebpflanzen sind auf den niederen Stufen noch alle Zellen in gleichem Maße empfindlich; es fehlen noch besondere Sinnesorgane.

VII. Stufe: Empfindung der höheren Pflanzen. Bei den höheren Metaphyten entwickeln sich an bestimmten Stellen besonders empfindliche, mit specifischer Energie begabte Zellen oder Zellgruppen: Sinnesorgane.

VIII. Stufe: Empfindung der niederen Gewebthiere ohne differenzirte Nerven und Sinnesorgane. Niedere Coelenterien: Spongien, Polypen, Platodarien.

IX. Stufe: Empfindung der höheren Gewebthiere mit differenzirten Nerven und Sinnesorganen, aber noch ohne Bewußtsein (?). Die höheren Coelenterien und die meisten Coelomarien.

X. Stufe: Empfindung mit aufkeimendem Bewußtsein, mit selbständiger Ausbildung des Phronema. Höhere Gliederthiere (Spinnen, Insekten) und Wirbelthiere (Amphibien, niedere Reptilien, niedere Säugethiere).

XI. Stufe: Empfindung mit Bewußtsein und Gedankenbildung: Amnioten; höhere Reptilien, Vögel und Säugethiere; Naturmenschen und Barbarmenschen.

XII. Stufe: Empfindung mit productiver Geistesthätigkeit in Kunst und Wissenschaft: Civilmenschen und Culturmenschen.

Vierzehntes Kapitel.

Geistesleben.

Geist und Seele. Psyche und Phronema.
Entwickelung des Geistes. Vernunft. Cultur. Wissenschaft.

„Das Vorgehen der Physiologie (— in der Seelenkunde —) wird erschwert durch die Ueberliefernng von Wortformen, die, auf Grund der naivsten Erfahrungen gebildet, durch ihre stete Verwendung schon früh das Denken der Menschen beherrscht und sich von Geschlecht zu Geschlecht als unantastbare Symbole vererbt haben. Es sind die Wortgebilde „Seele“ und „Geist“, welche einerseits als Sammelnamen für Erkennen und Fühlen, anderseits für die als Wort und That in die Erscheinung tretenden inneren Vorgänge eines Individuums aufgestellt, allmählich aus Begriffsformen zu selbständigen immateriellen Weten umgedacht warden sind, zu deren Ergründung die Hülfsmittel der Naturwissenschaften unzureichend seien.“

Hermann Kröll (1900).

„Im allgemeinsten Sinne bedeutet **Seele** das Einheits-Prinrip unseres **körperlichen** und **geistigen** Lebens, deren innere Einheit ich als feststehend annehme. Wir sind über die Zeiten hinans, wa man Geist und Körper als zwei künstlich an einander geschmiedete, einander übrigens völlig fremde Wesen ansah, als gegenseitige Gefangene und Knechte. Die Naturwissenschaft und Philosophie haben vielmehr die natürliche Verbindnug derselben, ihre Unauflösbarkeit und die natürliche Verwandtschaft beider mit siegenden Waffen dargelegt, und es kann ferner nur nach über die Art ihrer Vereinigung und Wechselwirkung gestritten werden.“

Emil Huschke (1854).

Inhalt des vierzehnten Kapitels.

Geist und Seele. Verstand und Vernunft. Reine Vernunft. Dualismus von Kant. Anthropologie. Anthropogenie. Keimesgeschichte des Geistes. Geist des Embryo. Canonischer Geist. Rechtsschutz des Embryo. Stammesgeschichte des Geistes. Paläontologie des Geistes. Psyche und Phronema. Geistige Energie. Geisteskrankheiten. Geisteskräfte. Bewußtes und unbewußtes Geistesleben. Monistische und dualistische Theorie. Geistesleben der Säugethiere, der Wilden, der Barbaren, der Civilvölker und der Culturvölker.

Literatur.

Johannes Müller, 1840. Sinne, Seelenleben, Zeugung. 5., 6., 7. Buch der Physiologie des Menschen. Coblenz.

Emil Huschke, 1854. Schädel, Hirn und Seele des Menschen und der Thiere. Jena.

Paul Flechsig, 1894. Gehirn und Seele. Leipzig.

Sigmund Exner, 1894. Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen. Wien.

Theodor Ziehen, 1902. Ueber die allgemeinen Beziehungen zwischen Gehirn und Seelenleben. Jena.

L. Edinger, 1904. Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere. 7. Aufl. Leipzig.

Hermann Kröll, 1900. Der Aufbau der menschlichen Seele. Leipzig.

Derselbe, 1902. Die Seele im Lichte des Monismus. Straßburg.

Ernst Haeckel, 1878. Ueber Zellseelen und Seelenzellen. Gemeinverständliche Vorträge. Band I. Bonn.

Derselbe, 1874. Anthropogenie. 24. Vortrag. 5. Aufl., 1903. Leipzig.

Ludwig Büchner, 1877. Aus dem Geistesleben der Thiere. 4. Aufl., 1897. Berlin.

Leopold Besser, 1903. Unser Leben im Lichte der Wissenschaft. Bonn.

John Romanes, 1885—1893. Die geistige Entwickelung im Thierreich und im Menschen. Leipzig.

Fritz Schultze, 1897. Vergleichende Seelenkunde. Leipzig.

Wilhelm Preyer, 1882. Die Seele des Kindes. 3. Aufl., 1890. Leipzig.

Karl Groos, 1904. Das Seelenleben des Kindes. Berlin.

M. Probst, 1904. Gehirn und Seele des Kindes. Berlin.

Unter allen „Lebenswundern" das größte und interessanteste ist ohne Zweifel der Geist des Menschen. Denn diejenige Thätigkeit unseres menschlischen Organismus, die wir in engerem Sinne „unseren Geist" nennen, ist nicht allein für uns selbst die bedeutendste Quelle alles höheren Lebensgenusses und alles individuellen Werthes, sondern auch diejenige Eigenschaft, die den Menschen nach der herrschenden Anschauung ganz besonders vom Thiere unterscheidet. Es ist daher für unsere biologische Philosophie von fundamentaler Bedeutung, das Wesen unseres Geistes und seine Beziehung zum Körper, seine Entstehung und Entwickelung einer unbefangenen kritischen Untersuchung zu unterwerfen.

Geist und Seele. Schon im Beginne dieser allgemeinen psychologischen Untersuchung stoßen wir auf die Schwierigkeit, den Begriff des „Geistes" klar festzustellen und ihn vom Begriffe der „Seele" scharf zu unterscheiden. Beide Begriffe sind sehr vieldeutig; ihr Inhalt und Umfang ist zu verschiedenen Zeiten und von den verschiedenen Vertretern der Wissenschaft in der mannigfaltigsten Weise definirt worden. Im weitesten Sinne kann man „Geist" mit Gott (als allumfassender „Weltgeist", im Sinne des Pantheismus) gleichbedeutend nehmen, oder mit Energie (als allwirksame „Weltkraft", im Sinne des Dynamismus). Im engeren Sinne nennt man aber Geist auch denjenigen Theil des Seelenlebens, der mit dem Denken und Bewußtsein verknüpft ist, also nur denjenigen höheren Thieren zukommt, die Verstand oder Vernunft besitzen. Im engsten Sinne endlich wird nur die Vernunft

als die eigentliche Geistesthätigkeit und als der wesentlichste Vorzug des Menschen vor dem Thiere angesehen. In diesem Sinne hat namentlich Kant die herrschende Auffassung der Geistesthätigkeit befestigt und durch seine „Kritik der reinen Vernunft" die Philosophie geradezu als „Vernunftwissenschaft" hingestellt. Dieser noch gegenwärtig in den wissenschaftlichen Kreisen überwiegenden Begriffsbestimmung zufolge wollen auch wir zunächst das Geistesleben in der Vernunftthätigkeit erblicken und das große „Lebenswunder" der Vernunft näher ins Auge fassen.

Verstand und Vernunft. Ueber den Unterschied dieser beiden höheren Seelenthätigkeiten haben die Psychologen und Metaphysiker sehr verschiedene Ansichten aufgestellt. Schopenhauer z. B. schreibt dem Verstande als einzige Function „Causalität" zu, der Vernunft hingegen „Begriffsbildung"; letztere allein soll den Menschen vom Thiere unterscheiden. Indessen findet sich das Vermögen der Abstraction, welches das Gemeinsame mehrerer anschaulicher Vorstellungen zu einem Begriffe vereinigt, auch schon bei den höheren Thieren vor. Intelligente Hunde unterscheiden nicht allein die einzelnen Personen der Menschen, der Katzen u. s. w., von denen ihnen die einen sympathisch, die anderen widerwärtig sind, sondern sie besitzen auch schon die Begriffe von Mensch und Katze und verhalten sich gegen beide sehr verschieden. Anderseits ist das Vermögen der Begriffsbildung bei den niedersten Naturvölkern noch in der Gegenwart so gering, daß sie sich nur wenig über die Vernunft der Hunde, Pferde u. s. w. erheben; ihr geistiger Abstand von den höheren Culturmenschen ist ungeheuer groß. Aber eine lange „Scala der Vernunft" verbindet die verschiedenen Stufen der Associon oder Verknüpfung der Vorstellungen, die zur Begriffsbildung führen; und ebenso ist es unmöglich, eine scharfe absolute Grenze zwischen den niederen und höheren Verstandesthätigkeiten der Thiere, sowie zwischen letzteren und der Vernunft zu ziehen. Der Unterschied zwischen beiden Gehirn-Functionen ist daher nur relativ und dahin zu bestimmen, daß der Verstand

den engeren Kreis der concreten, näher liegenden Associationen umfaßt, die Vernunft hingegen den weiteren Kreis der abstracten, umfassenderen Associations-Gruppen. Daher ist im wissenschaftlichen Geistesleben zunächst immer der Verstand bei der empirischen Forschung, weiterhin aber die Vernunft bei der speculativen Erkenntniß thätig. Beide Gehirn-Thätigkeiten sind aber in gleicher Weise physiologische Arbeitsleistungen oder Functionen des Phronema, von der normalen anatomischen und chemischen Beschaffenheit dieses Denkorgans abhängig.

Reine Vernunft. Seit Immanuel Kant durch seine „Kritik der reinen Vernunft" (1781) diesen Begriff zu einem der wichtigsten in der neueren Philosophie erhoben hatte, ist derselbe namentlich in der Erkenntniß-Theorie der modernen Metaphysik zu größter Geltung gelangt; er hat aber, gleich allen anderen Grundbegriffen, im Laufe der Zeit wesentliche Verwandlungen durchgemacht. Kant selbst verstand ursprünglich unter „Reiner Vernunft" die „von aller Erfahrung unabhängige Vernunft". Unsere unbefangene moderne Psychologie, gegründet auf die Physiologie des Gehirns und die Phylogenie seiner Functionen (— der „Seele" —), hat uns aber überzeugt, daß es solche reine, von aller Erfahrung unabhängige Erkenntnisse a priori gar nicht giebt; die Vernunft, die uns als solche „Erkenntniß a priori" gegenwärtig erscheint, ist ursprünglich a posteriori, durch Tausende von Erfahrungen erworben worden. Insofern es sich um wirkliche Erkenntniß der Wahrheit handelt, hat das Kant selbst mehrfach anerkannt; er sagte in der „Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können" (1783, S. 204) ausdrücklich: „Alle Erkenntniß von Dingen aus bloßem reinen Verstande oder reiner Vernunft ist nichts als lauter Schein, und nur in der Erfahrung ist Wahrheit." Indem wir uns dieser empirischen Erkenntniß-Theorie von Kant Nr. I anschließen und die entgegengesetzte transscendentale von Kant Nr. II verwerfen, können wir unsrerseits unter reiner Vernunft nur die

„voraussetzungslose Erkenntniß“, frei von allem Dogma, unbefangen von allen Glaubens-Dichtungen verstehen.

Dualismus von Kant. Das bekannte Losungswort der modernen Metaphysik: „Rückkehr zu Kant,“ hat besonders in Deutschland solche Geltung erlangt, daß nicht nur fast alle Metaphysiker — die officiellen Vertreter der „Philosophie“ an unseren Universitäten —, sondern auch viele hervorragende Naturforscher die dualistische Erkenntniß-Theorie von Kant als Vorbedingung der Wahrheits-Forschung betrachten. Wie im Mittelalter Aristoteles, so hat im 19. Jahrhundert Kant vermöge seiner gewaltigen Autorität den Weg der Weltanschauung für die überwiegende Masse der Cultur-Menschen bestimmt. Der Einfluß dieser Autorität ist besonders deshalb so mächtig geworden, weil der herrschende christliche Kirchenglaube durch Kant's „Kritik der praktischen Vernunft“ die unbedingte Geltung der drei großen Central-Mysterien der Metaphysik festgestellt glaubte: der persönliche Gott, die unsterbliche Seele und die Freiheit des Willens. Dabei wurde übersehen, daß Kant selbst früher in seiner „Kritik der reinen Vernunft“ keinerlei Beweise für die Wahrheit jener drei Glaubenssätze hatte finden können. Auch von Seiten der conservativen Staatsregierungen fand diese dualistische Weltanschauung die bereitwilligste Unterstützung. Um so mehr erscheint es uns als Pflicht unserer ehrlichen Wahrheitsforschung, hier nochmals auf den unheilvollen und unhaltbaren Dualismus der Kantischen Metaphysik hinzuweisen (vergl. „Welträthsel“ S. 300, 439 u. s. w.). Uebrigens ist diese Antinomie der beiden Vernünfte von Kant schon so oft und so gründlich von verschiedenen Seiten beleuchtet worden, daß wir hier nicht näher darauf einzugehen brauchen (vergl. Kapitel 19).

Anthropologie von Kant. Obwohl der große Philosoph von Königsberg mit seinem umfassenden kritischen Geiste alle Seiten des Menschenlebens in Betracht zog, blieb doch der Mensch für ihn, ebenso wie für Plato und Aristoteles, Christus und Descartes, ein Doppelwesen, zusammengesetzt aus einem physischen Körper und

einem transscendenten Geiste. Die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte, die uns jetzt die festen morphologischen Fundamente für unsere monistische Anthropologie liefert, entstand erst im Anfange des 19. Jahrhunderts; sie existirte zur Zeit von Kant noch nicht. Er hatte jedoch eine Ahnung von deren Bedeutung, wie Fritz Schultze in seiner interessanten Schrift über „Kant und Darwin" (1875) gezeigt hat; an einzelnen Stellen finden sich Aussprüche, die man geradezu als Vorläufer von Darwins Lehren deuten kann. Auch hielt Kant Vorlesungen über „Pragmatische Anthropologie" und beschäftigte sich mit Völkerpsychologie und dem Studium der Menschenrassen. Um so mehr muß es auffallen, daß er nicht zu einer phylogenetischen Auffassung des menschlichen Geistes gelangte und an die Möglichkeit seiner stufenweisen Entwickelung aus der Seele anderer Wirbelthiere dachte. Offenbar hinderte ihn daran der tief mystische Zug seiner Vernunftlehre, das Dogma von der unsterblichen Seele, von der Willensfreiheit und vom kategorischen Imperativ. Die Vernunft blieb für Kant ein transscendentales „Lebenswunder", und dieser dualistische Irrthum übte den größten Einfluß auf den Ausbau seiner ganzen kritischen Philosophie. Allerdings waren auch damals die Kenntnisse vom Seelenleben der Naturvölker noch höchst unvollkommen; aber schon die kritische Vergleichung der damals bekannten Erfahrungen darüber hätte von dem niederen thierischen Zustande ihres Geisteslebens überzeugen können. Wenn Kant Kinder gehabt und die Entwickelung der Seele des Kindes schrittweise verfolgt hätte (wie ein Jahrhundert später durch Preyer geschah), würde er schwerlich in seinem Irrthum beharrt haben, daß die Vernunft mit ihrem Vermögen, Erkenntnisse a priori zu gewinnen, ein transscendentales „Lebenswunder", ein übernatürliches, dem Menschen allein vom Himmel gegebenes Geschenk sei.

Thatsächlich rührt die falsche dualistische Auffassung des menschlichen Geisteslebens, die wir zuerst bei Plato antreffen und die Kant systematisch ausbildete, großentheils davon her, daß sie an

eine natürliche historische Entwickelung desselben gar nicht dachten; es fehlte ihnen die vergleichende und genetische Methode, der wir seit einem halben Jahrhundert die größten Aufschlüsse verdanken. Für Kant und seine Nachfolger, die sich fast nur auf die einseitige introspective Methode, auf die Selbstbeobachtung ihres eigenen Geistes beschränkten, blieb dieser hochentwickelte, in allen Kunstleistungen der Begriffs-Akrobatik dressirte Philosophen-Geist das Modell der Menschenseele überhaupt, und die niederen Stufen der Seelenthätigkeit, wie sie bei Kindern und Wilden sich finden, wurden außer Betracht gelassen.

Moderne Anthropologie. Der gewaltige Aufschwung der Menschenkunde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts untergrub die dogmatische ältere Anthropologie und ihre dualistische Begründung durch Kant an der Wurzel. Zahlreiche, inzwischen neu entstandene Zweige der Naturwissenschaft wirkten dabei zusammen. Die vergleichende Anatomie überzeugte uns, daß unser ganzer complicirter Körperbau demjenigen der übrigen Säugethiere gleich und speciell von demjenigen der Menschenaffen nur durch geringe Differenzen im Wachsthum und demzufolge auch in der Form der einzelnen Theile verschieden ist. Die vergleichende Histologie des Gehirns insbesondere zeigte, daß dieser Satz auch für das Gehirn, als das eigentliche Geistes-Organ, gilt. Durch die vergleichende Keimesgeschichte erfuhren wir, daß auch die individuelle Entwickelung unseres menschlichen Körpers aus der einfachen Eizelle genau ebenso verläuft, wie bei den Menschenaffen; ja, daß die Embryonen derselben auch noch auf späteren Reife-Stufen von den menschlichen kaum zu unterscheiden sind*). Die vergleichende Thier-Chemie ergab, daß auch die chemischen Verbindungen, die die Organe unseres Körpers aufbauen, und die Energie-Umsätze, die ihren Stoffwechsel begleiten, denjenigen der übrigen Wirbelthiere gleichen. Ebenso lehrte uns die vergleichende Physiologie, daß sämmtliche

*) Natürl. Schöpfungsgeschichte, 10. Aufl., Taf. 2, 3. Anthropogenie, 5. Aufl., Taf. 11—15.

Lebensthätigkeiten, Ernährung und Fortpflanzung ebenso wie Bewegung und Empfindung, beim Menschen auf die gleichen physikalischen Gesetze zurückzuführen sind, wie bei allen anderen Vertebraten. Insbesondere überzeugte uns die vergleichende und experimentelle Untersuchung der Sinnes-Organe und der einzelnen Gehirntheile, daß auch diese Geistes-Organe in gleicher Weise beim Menschen wie bei den übrigen Primaten arbeiten. Die neuere Palaeontologie ergab, daß das Menschengeschlecht zwar mehr als hunderttausend Jahre alt, aber doch erst in später Tertiär-Zeit auf der Erde erschienen ist. Die praehistorische Forschung und die vergleichende Ethnologie zeigten, daß den Cultur- und Civilmenschen ältere, niedere Barbaren und diesen rohe Wilde vorausgegangen sind, die sich körperlich und geistig an die Menschenaffen anschließen. Endlich setzte die reformirte Descendenz-Theorie 1859 uns in den Stand, die bedeutungsvollen Ergebnisse aller dieser verschiedenen anthropologischen Forschungen einheitlich zusammenzufassen und durch die Abstammung des Menschen von anderen Primaten (— Menschenaffen, Hundsaffen, Halbaffen u. s. w. —) phylogenetisch zu erklären. Dadurch wurde für die moderne Anthropologie eine ganz neue, monistische Basis geschaffen; die Ausnahme-Stellung des Menschen in der Natur, die die dualistische Metaphysik behauptet hatte, wurde für immer unhaltbar. Ich habe in der letzten (fünften) Auflage meiner „Anthropogenie" (1903) den Versuch gemacht, alle jene Ergebnisse der empirischen Forschung zu dem Grundrisse einer natürlichen Stammesgeschichte des Menschen zu verbinden und diese namentlich durch seine Keimesgeschichte zu erkennen. Welche grundlegende Bedeutung diese phylogenetische Anthropologie für unsere monistische Philosophie besitzt, habe ich im zweiten bis vierten Kapitel der „Welträthsel" aus einander gesetzt.

Anthropologie und Anthropogenie. Die monistische Auffassung des menschlichen Körpers und Geistes, welche die Descendenz-Theorie auf zoologischer Basis herbei führte, mußte naturgemäß den schärfsten Widerstand in den dualistischen Kreisen der herrschenden

Metaphysik finden. Sie erfuhr aber auch außerdem entschiedene Abweisung bei einem großen Theile der empirischen, modernen Anthropologie, namentlich von demjenigen Zweige derselben, der als sein Hauptziel die möglichst „exacte" Erforschung des menschlichen Körpers und die genaue Messung und Beschreibung seiner einzelnen Theile verfolgt. Man durfte erwarten, daß diese descriptive Anthropologie und Ethnologie mit Freuden die Hand der jungen Anthropogenie ergreifen und ihren leitenden Grundgedanken benützen würde, um Einheit und ursächliches Verständnis in die bunte Fülle des massenhaft sich aufhäufenden empirischen Materials zu bringen. Indessen geschah das nur in sehr beschränktem Umfange. Die Mehrzahl der sogenannten Anthropologen lehnte die Descendenz-Theorie und ihren wichtigsten Folgeschluß, die „Abstammung des Menschen vom Affen", als eine unbewiesene Hypothese ab; sie beschränkte sich darauf, in emsiger Detail-Arbeit immer neues empirisches Roh-Material dem wachsenden Kenntniß-Haufen hinzuzufügen, ohne ein klares Ziel und bestimmte Fragen vor Augen zu haben. Das gilt ganz besonders in Deutschland, wo seit dreißig Jahren die Deutsche Gesellschaft für Anthropologie und Urgeschichte unter der Leitung von Rudolf Virchow stand. Dieser berühmte Naturforscher hatte durch seine Cellular-Pathologie und zahlreiche ausgezeichnete Arbeiten im Gebiete der pathologischen Anatomie und Histologie seit der Mitte des 19. Jahrhunderts sich die größten Verdienste um die Reform der Medicin erworben. Indem er aber später (seit seiner Ueberfiedelung nach Berlin, 1856) seine Hauptthätigkeit politischen und socialen Zielen widmete, verlor er die gewaltigen Fortschritte auf anderen Gebieten der Biologie aus den Augen; namentlich vermochte er für deren wichtigsten Gewinn, die Begründung der Descendenz-Theorie durch Darwin, kein Verständniß zu gewinnen. Dazu kam eine principielle „psychologische Metamorphose" (— ähnlich wie bei Wundt, Baer, Dubois-Reymond und Anderen —), die ich bereits im 6. Kapitel der „Welträthsel" besprochen habe. Die außerordentliche Autorität,

deren sich Virchow erfreute, und der unermüdliche Eifer, mit dem er alljährlich bis zu seinem Tode (1903) die Abstammung des Menschen von anderen Wirbelthieren bekämpfte, bewirkten in weitesten Kreisen einen zähen Widerstand gegen die Descendenz-Theorie. Verstärkt wurde derselbe namentlich durch Johannes Ranke in München, den Secretär der Anthropologischen Gesellschaft. Erst in jüngster Zeit ist in dieser Beziehung eine günstige Wendung eingetreten. Immerhin ist meine Anthropogenie, als der erste Versuch, die ganze Stammesgeschichte des Menschen im Zusammenhang zu begründen und sie durch seine Keimesgeschichte zu erklären, seit dreißig Jahren das einzige Werk seiner Art geblieben.

Entwickelung des Geistes. Als sicherstes Fundament unserer monistischen Psychologie habe ich im 8. und 9. Kapitel der „Welträthsel" die Thatsache in den Vordergrund gestellt, daß sich der menschliche Geist entwickelt. Gleich jeder anderen Function unseres Organismus zeigt auch unsere Geistesthätigkeit die Naturerscheinung der Entwickelung in einer doppelten Richtung, individuell an jedem einzelnen Menschen, phyletisch an der Menschen-Gattung. Die Ontogenie des Geistes — oder die Keimesgeschichte der menschlichen Seele — führt uns durch unmittelbare Beobachtung die verschiedenen Entwickelungsstufen vor Augen, die das Geistesleben jedes einzelnen Menschen vom Beginn seiner Existenz bis zum Tode durchläuft. Die Phylogenie des Geistes — oder die Stammesgeschichte der Menschenseele — gestattet eine solche unmittelbare Beobachtung nicht; sie kann nur erschlossen werden durch Vergleichung und Synthese der historischen Ueberlieferungen, die uns einerseits die Culturgeschichte und Urgeschichte des Menschen bietet, anderseits die kritische Vergleichung der verschiedenen Stufen des Geisteslebens bei den Naturvölkern und den höheren Wirbelthieren. Dabei bedient sie sich mit größtem Erfolge des Biogenetischen Grundgesetzes (Kapitel 16).

Keimesgeschichte des Geistes. Das neugeborene Kind zeigt bekanntlich noch keine Spur von Geist, kein Anzeichen von Vernunft

und Bewußtsein; diese höheren Seelenthätigkeiten fehlen ihm noch ebenso vollkommen, wie dem Keime, aus dem es sich innerhalb des Mutterleibes in neun Monaten entwickelt hat. Selbst im neunten Monate, wo die meisten Organe des menschlichen Embryo schon in der späteren Form angelegt oder ausgebildet sind, verräth derselbe in seinem Seelenleben keine Spur von Geist, so wenig als die Eizelle der Mutter und die Spermazelle des Vaters, durch deren Vermischung (Amphimixis) er entstanden ist. Der Augenblick, in dem diese beiden Geschlechtszellen nach erfolgter Begattung im Eileiter des Weibes zusammen treffen und mit einander verschmelzen, bezeichnet haarscharf den realen Beginn der individuellen Existenz, also auch der „Seele" (als potentieller Plasma-Function!). Aber der eigentliche „Geist", d. h. die Vernunft als höhere, bewußte Seelenthätigkeit, beginnt erst lange nach der Geburt langsam und stufenweise sich zu entwickeln. Beim Neugeborenen ist, wie Flechsig anatomisch gezeigt hat, die Großhirnrinde noch nicht hoch organisirt und functionsfähig. Selbst, nachdem das Kind schon zu sprechen angefangen hat, fehlt ihm noch das vernünftige Bewußtsein; es äußert sich zum ersten Male (nach dem ersten Lebensjahre) in dem Augenblick, in dem das Kind von sich nicht in der dritten Person, sondern als „Ich" spricht. Mit dem Ichbewußtsein ist zugleich der Gegensatz des Individuums zur Außenwelt, das Weltbewußtsein ausgesprochen; damit erst beginnt das eigentliche „Geistesleben".

Geist des Embryo. Wenn wir die Entstehung des individuellen Menschengeistes durch das Erwachen des persönlichen Bewußtseins, der „Ich-Vorstellung", charakterisiren, so gewinnen wir dadurch zugleich die Möglichkeit, vom physiologischen Standpunkte des Monismus die Begriffe „Seele" (Psyche) und „Geist" (Pneuma) zu unterscheiden. Beseelt ist schon die Eizelle der Mutter und die Spermazelle des Vaters (vergl. Kapitel 11, S. 279); eine individuelle Seele besitzt schon die Stammzelle (Cytula), die nach erfolgter Befruchtung durch die Verschmelzung beider Elternzellen entstanden

ist. Aber der eigentliche Geist, die denkende und begreifende Vernunft (Ratio) entwickelt sich aus dem thierischen Verstande (oder früher Instincte) des Kindes erst mit dem Bewußtsein seiner Persönlichkeit, im Gegensatze zur Außenwelt. Damit erreicht zugleich das Kind die höhere Werthstufe der Persönlichkeit, die das Recht seit alter Zeit mit seinem Schutze umgiebt und zugleich der Gesellschaft gegenüber durch die Erziehung moralisch verantwortlich macht. Diese Erwägung zeigt zugleich, wie irrthümlich und vom Standpunkte der physiologischen Wissenschaft unhaltbar die noch heute geltenden Rechtsbegriffe unserer Gesetzbücher über das Seelenleben und den Geist des Embryo und des neugeborenen Kindes sind; sie stammen größtentheils aus den kanonischen Rechtslehren der papistischen Kirche.

Kanonischer Geist. Von besonderem psychologischen Interesse sind die dualistischen Vorstellungen, welche die christliche Kirche im Mittelalter über das Seelenleben des menschlichen Embryo ausbildete; sie sind zugleich von großer praktischer Bedeutung bis zur Gegenwart geblieben, weil ein großer Theil ihrer moralischen Folgerungen einen wichtigen Bestandtheil des sogenannten kanonischen Rechtes bildet und als solches in unsere modernen Gesetzbücher übergegangen ist. Dieses einflußreiche Jus canonicum entstand unter kirchlicher Autorität durch die Beschlüsse der katholischen Concile und die Decretalien der römischen Päpste; es ist gleich den meisten Dogmen und Decreten, die die moderne Cultur dieser mächtigen Hierarchie verdankt, ein buntes Gewebe von alten Traditionen und neuen Trugschlüssen, von politischen Dogmen und krassem Aberglauben; berechnet auf die tyrannische Beherrschung der ungebildeten Volksmassen und die alleinige Gewaltherrschaft der Kirche — einer „katholischen oder allein seligmachenden“ Kirche, die sich christlich nennt und dabei das directe Gegentheil des ursprünglichen reinen Christenthums darstellt. Seinen Namen führt das kanonische Recht von den dogmatischen Rechtssatzungen der Kirche (Canones); man denkt aber dabei unwillkürlich an die Metallröhren, welche als

„Ultima ratio regis“ in den Kriegen der von christlicher Bruderliebe erfüllten Culturnationen das letzte Wort sprechen. So wenig diese Metallröhren als Organe der nackten physischen Gewalt mit den ethischen Gesetzen der reinen Vernunft zu thun haben, so wenig gilt dasselbe von den kanonischen Rechtssatzungen der Kirche als Werkzeugen der rohen geistigen Vergewaltigung; man könnte über das geheiligte „Corpus juris canonici“ die Devise setzen: „Ultima ratio ecclesiae“. Sehr zweckmäßig wurde eine Sammlung späterer päpstlicher Decretalien, die einen Anhang des kanonischen Rechtsbuches bildet, officiell als Extravaganten bezeichnet. Zu dem extravaganten Unsinn, den die Päpste im kanonischen Recht als heiligen Moral-Codex der gläubigen Christenheit aufgebunden haben, gehören auch ihre Bestimmungen über das Seelenleben des menschlichen Embryo. Die „unsterbliche Seele“ (— die später durch die Taufe von der Gewalt des Teufels und der Sünde erlöst wird! —) soll erst mehrere Wochen nach der Empfängniß in den seelenlosen Embryo „einfahren“. Da die Ansichten der Theologen und Metaphysiker über den Zeitpunkt dieser „Seelen-Einfuhr“ weit auseinander gehen, und da ihnen der Körperbau des Embryo und seine Entwickelung unbekannt sind, wollen wir nur an die Thatsache erinnern, daß noch in der sechsten Woche seiner Entwickelung der Embryo des Menschen von demjenigen der Menschenaffen und anderer Säugethiere überhaupt nicht zu unterscheiden ist; an dem großen Kopfe sind bereits die Anlagen der fünf Hirnblasen und der drei höheren Sinnesorgane, Nase, Auge und Gehörbläschen, zu unterscheiden; am Rumpf sind beide Gliedmaßen-Paare in Gestalt von vier einfachen rundlichen ungegliederten Platten vorhanden; am Hinterende ragt noch das spitze Schwänzchen frei vor, das rudimentäre Erbstück von unseren langschwänzigen Affen-Ahnen. Obgleich die Großhirnrinde auf dieser niederen Entwickelungsstufe noch nicht entwickelt ist, wird der Embryo doch bereits als „beseelt“ betrachtet. (Vergl. den 14. und 15. Vortrag meiner „Anthropogenie“, V. Aufl., 1903, Taf. 8—14.)

Man preist es als ein großes Verdienst des kanonischen Rechtes, daß es zuerst dem menschlichen Embryo selbständigen Rechtsschutz verliehen habe und dessen **Abtreibung** (Abortus) als schwere Sünde dem Todtschlage gleichstelle. Da aber jene mystische Theorie der „Seeleneinfuhr" wissenschaftlich ganz unhaltbar ist, müßte man folgerichtig verlangen, daß derselbe „Rechtsschutz" auch dem Embryo auf allen früheren Stadien, ja sogar schon der Eizelle selbst zu Theil werde. Der Eierstock der reifen Jungfrau enthält ungefähr 70000 Eizellen; jede derselben könnte sich unter günstigen Umständen, wenn sie nach ihrer Ablösung vom Eierstock einer männlichen Samenzelle begegnet und mit ihr copulirt, zu einem Menschenkinde entwickeln. Wenn der Staat nun die reichliche Vermehrung seiner Staatsbürger im allgemeinen Interesse für wünschenswerth und die fruchtbare Fortpflanzung für eine „Pflicht" des Staatsbürgers erklärt, so müßte die Unterlassung dieser Pflicht als „Omissiv-Delict" bestraft werden. Derselbe „Culturstaat" bestraft ja die „Abtreibung der Leibesfrucht" als schweres Verbrechen mit mehrjährigem Zuchthaus. Indem das moderne Strafrecht sich darin dem kanonischen Rechte anschließt, übersieht es die physiologische Thatsache, daß die Eizelle ein Theil des mütterlichen Körpers ist, über den das Weib frei verfügen kann; ferner daß der daraus entwickelte Embryo, ebenso wie das neugeborene Kind, vollkommen bewußtlos, eine reine „Reflexmaschine" ist, gleich einem niederen Wirbelthiere. Der „Geist" desselben ist noch gar nicht vorhanden, sondern kann erst später, nach dem ersten Lebensjahre, erscheinen, wenn sein Organ, das Phronema der Großhirnrinde, sich differenzirt hat. Die Erklärung dieser interessanten Thatsache giebt uns das Biogenetische Grundgesetz, indem sie die Ontogenese des Gehirns als eine abgekürzte Wiederholung oder „Recapitulation seiner Phylogenese" auf Grund der Vererbungs-Gesetze deutet.

Stammesgeschichte des Geistes. Wie für alle übrigen Organe unseres menschlichen Körpers, so hat auch für das Gehirn, als das „Geistesorgan", das Biogenetische Grundgesetz unbedingte

Geltung; wir schließen auf Grund der ontogenetischen, unmittelbar zu beobachtenden Thatsachen, daß eine entsprechende Entwickelung auch in der phylogenetischen Stufenreihe unserer thierischen Vorfahren im Laufe vieler Jahr-Millionen ursprünglich stattgefunden hat. Eine bedeutungsvolle Bestätigung und Ergänzung dieses Schlusses liefert uns zunächst die vergleichende Anatomie. Sie zeigt, daß bei allen Schädelthieren (Craniota) — von den Fischen und Amphibien aufwärts bis zu den Affen und Menschen — das Gehirn in der gleichen Form angelegt wird, als eine blasenförmige Auftreibung des ektodermalen Medullarrohres. Durch quere Einschnürungen zerfällt diese einfache eiförmige Hirnblase zunächst in drei, später in fünf hinter einander gelegene Hirnblasen („Anthropogenie", Vortrag 24, S. 711, Taf. 24). Nur die erste von diesen Hirnblasen, das Großhirn, entwickelt sich später zum chemischen Laboratorium des „Geistes". Aber bei den niederen Schädelthieren (Fischen und Amphibien) bleibt auch dieses wichtige Großhirn noch sehr klein und einfach. Eine stärkere Ausbildung erfährt es erst bei den drei höheren Wirbelthier-Klassen, den Amnioten. Da diese landbewohnenden und luftathmenden Cranioten im Kampf um's Dasein viel schwierigere Aufgaben zu bewältigen haben, als ihre niederen, wasserbewohnenden Vorfahren, kommt es hier zur Ausbildung von viel mannigfaltigeren und verwickelteren Gewohnheiten. Diese erblichen Sitten werden durch functionelle Anpassung und progressive Vererbung allmählich zu Instincten; mit weiterer Ausbildung des Bewußtseins entwickelt sich daraus bei den höheren Säugethieren die Vernunft. Die stufenweise Ausbildung dieses „Geisteslebens" geht Hand in Hand mit einer fortschreitenden Vervollkommnung ihres anatomischen Organs, des Phronema in der Großhirnrinde. Die neueren feineren Untersuchungen über die Ontogenie und Histologie dieses „Geistes-Organs" (von Flechsig, Hitzig, Edinger, Ziehen, Oskar Vogt u. s. w.) haben uns einen interessanten Einblick in das geheimnißvolle Lebenswunder seiner Phylogenese gewährt.

Palaeontologie des Geistes. Während die vergleichende Anatomie des Großhirns uns eine befriedigende Vorstellung von der stufenweisen historischen Entwickelung des Geistes in den höheren Wirbelthier-Klassen liefert, geben uns gleichzeitig ihre versteinerten Ueberreste ganz bestimmte Anhaltspunkte über die Zeiträume, in denen sich diese Phylogenese langsam und allmählich vollzogen hat. Die historische Reihenfolge, in der die Wirbelthier-Klassen nach einander in den großen Perioden der organischen Erdgeschichte aufgetreten sind, wird unmittelbar durch ihre Petrefacten — als die wahren „Denkmünzen der Schöpfungsgeschichte" — bewiesen und liefert uns die werthvollsten Einblicke in die Stammesgeschichte unseres Geschlechts und unseres Geistes. Die ältesten Gebirgsschichten, die versteinerte Vertebraten-Reste enthalten, bilden das mächtige silurische System, dessen Entstehung nach neueren Berechnungen weit mehr als hundert Jahr-Millionen zurückliegt; es enthält nur wenige fossile Fische. Auf diese folgen im darüber liegenden devonischen System Dipneusten, als Uebergangsformen von den Fischen zu den Amphibien. Letztere, als die ältesten vierfüßigen und fünfzehigen Wirbelthiere, erscheinen sodann in der Steinkohle. Ihnen folgen im permischen, nächst jüngeren System die ältesten Amnioten, als primitive Reptilien (Tocosaurier). Aber erst eine Periode später, in der Trias, erscheinen die ältesten Säugethiere, kleine, primitive Monotremen (Pantotheria), dann im Jura die Beutelthiere (Marsupialia) und in der Kreide die ersten Zottenthiere (Placentalia). Der große Reichthum an mannigfaltigen, ansehnlichen und hochorganisirten Formen, den diese dritte und letzte Unterklasse der Säugethiere entwickelt, tritt erst allmählich im Laufe der folgenden Tertiär-Zeit in die Erscheinung. Die zahlreichen und wohl erhaltenen Schädel, die die verschiedenen Ordnungen dieser Placentalthiere versteinert hinterlassen haben, sind besonders deshalb wichtig, weil sie einen Schluß auf die quantitative und qualitative Ausbildung des Gehirns innerhalb der einzelnen Ordnungen gestatten; so ist z. B. bei den modernen Raubthieren

das Gehirn 2—4 Mal, bei den modernen Hufthieren sogar 6—8 Mal so groß (— im Verhältniß zur Körpergröße —), als bei ihren ältesten tertiären Vorfahren. Zugleich ergiebt sich, daß das Großhirn (als das eigentliche Geistes-Organ!) innerhalb der Tertiär-Zeit sich immer stärker auf Kosten der anderen Hirntheile entwickelt hat. Die Länge dieses caenozoischen Zeitraums wird neuerdings auf mindestens drei Millionen Jahre (— nach anderen Geologen auf 12—14 oder mehr Jahrmillionen! —) berechnet; sie war jedenfalls ausreichend, um die stufenweise Entwickelung des Menschengeistes aus der niederen Vernunft-Thätigkeit seiner nächsten Affen-Ahnen und den „Instincten" der älteren Placentalien möglich zu machen.

Geist und Phronema. Mit dem physiologischen Begriffe des Phronema, als des eigentlichen Geistesorgans, des „Werkzeuges der Vernunft" haben wir denjenigen Theil unseres Großhirns bezeichnet, dessen normale anatomische Beschaffenheit die menschliche Geistesthätigkeit bedingt. Die bewunderungswürdigen Untersuchungen der letzten Decennien über den feineren Bau der grauen Großhirnrinde (Cortical-Substanz des Cerebrum) haben uns überzeugt, daß dessen Wunderbau (— ein wahres „anatomisches Lebenswunder!" —) das vollkommenste morphologische Product des Plasma darstellt; ebenso ist seine physiologische Thätigkeit — der „Geist"! — als die vollkommenste Leistung einer „Dynamo-Maschine" zu bezeichnen, die höchsten Leistungen der Natur, die wir überhaupt kennen. Millionen von „Seelenzellen" oder Neuronen, — jede einzelne von höchst verwickeltem Fibrillarbau und höchst zusammengesetzter Molecular-Structur —, sind in bestimmten Bezirken der Großhirnrinde zu gesonderten Denkorganen (Phroneten) verbunden und diese wiederum zu einem großen einheitlichen System von wunderbarer Zweckmäßigkeit und Leistungsfähigkeit vereinigt. Jede einzelne Phronetalzelle ist ein kleines chemisches Laboratorium, das seinen Theil zu der einheitlichen Central-Function des Geistes, zur bewußten Vernunftthätigkeit, beiträgt. Ueber die räumliche Ausdehnung des Phronema in der Großhirnrinde und seine Ab-

grenzung gegen die benachbarten Sinnesherde (Sensorien) gehen heute noch die Ansichten der verschiedenen Gehirnforscher aus einander; alle aber sind jetzt darüber einig, daß ein solches Central-Organ des Geistes existirt und daß dessen normale anatomische und chemische Beschaffenheit die erste Vorbedingung des menschlichen „Geisteslebens" überhaupt ist. Diese Ueberzeugung — ein Fundament unserer monistischen Psychologie — wird bestätigt durch das Studium der Psychiatrie.

Geisteskrankheiten. Das Studium des kranken Organismus hat die Erkenntniß des gesunden vielfach in hervorragender Weise gefördert; das alte Sprichwort: Pathologia physiologiam illustrat ist wohl begründet. Denn die Krankheiten sind vielfach physiologische Experimente, die die Natur selbst anstellt, und zwar unter besonderen Bedingungen, die die experimentirende Physiologie künstlich herzustellen oft nicht im stande ist. Der denkende Arzt und Pathologe kann daher durch kritische Beobachtung der erkrankten Organe oft die wichtigsten Erkenntnisse über ihre Function gewinnen. Das gilt in besonderem Maße von den Geisteskrankheiten, die stets ihren nächsten Grund in einer anatomischen oder chemischen Veränderung bestimmter Gehirntheile haben. Die fortgeschrittene Erkenntniß von der Localisation der Geistesthätigkeiten, von ihrem Gebundensein an einzelne Phroneten oder „Denkorgane", ist zum großen Theil auf die Erfahrung gegründet, daß die Zerstörung der letzteren den Verlust der ersteren zur Folge hat. Die moderne Psychiatrie, als die empirisch begründete Wissenschaft von den Geisteskrankheiten, ist somit zu einem bedeutungsvollen Grundstein unserer monistischen Psychologie geworden. Wenn Immanuel Kant dieselbe studirt und einige Semester die psychiatrische Klinik besucht hätte, würde er sicher vor den Irrthümern seiner dualistischen Psychologie bewahrt geblieben sein. Dasselbe gilt von den modernen „metaphysischen" Psychologen, welche ein mystisches System vom Wesen der „unsterblichen Seele" aufbauen, ohne die Anatomie, Physiologie und Pathologie des Gehirns zu kennen.

Geisteskräfte (phronetische Energie). Die vergleichende Anatomie, Physiologie und Pathologie des Gehirns, in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Ontogenie und Phylogenie, hat uns zu der sicheren monistischen Ueberzeugung geführt, daß der menschliche Geist eine Function seines Phronema ist, und daß die Neuronen des letzteren, die Phronetalzellen, die wahren Elementar-Organe alles Geisteslebens darstellen. Somit sind auch alle Aeußerungen des letzteren auf Energie-Umsätze in den ersteren zurückzuführen. Die moderne Energetik ist daher vollkommen im Rechte, wenn sie auch die „geistige Energie“ (in allen ihren Formen) unter demselben Gesichtspunkt untersucht, wie die übrigen Formen der „Nerven-Energie“, und wie alle energetischen Erscheinungen der organischen und anorganischen Natur überhaupt. Die Psychophysik von Fechner hatte bereits gezeigt, daß ein Theil dieser Nerven-Energie meßbar und auf mechanische Gesetze der Physik sogar mathematisch zurückzuführen ist („Welträthsel“, Kap. 6). Neuerdings hat Ostwald in seiner Naturphilosophie (Kap. 18—21) mit Recht nachdrücklich hervorgehoben, daß sämmtliche Aeußerungen des geistigen Lebens, nicht nur Empfinden und Wollen, sondern auch Denken und Bewußtsein, auf Nerven-Energie zurückzuführen sind. Die sogenannten „Geisteskräfte“ können wir demnach als phronetische Energie von den übrigen Aeußerungen der Nerven-Energie unterscheiden. Die monistischen Erörterungen von Ostwald über die Energie-Processe im geistigen Leben (18.), im Bewußtsein (19.) und im Willen (20. Kap.) sind sehr beachtenswerth und bestätigen die Anschauungen darüber, die ich im zweiten Theile der „Welträthsel“ (Kapitel 6, 10, 11) niedergelegt hatte. Ostwald hat nur dadurch viele Mißverständnisse hervorgerufen, daß er hartnäckig den reinen Substanz-Begriff (— wie ihn Spinoza festgelegt hatte —) durch seinen Energie-Begriff ersetzen will und zugleich die Materie, d. h. das andere Attribut der Substanz, leugnet. Seine angebliche „Ueberwindung des Materialismus“ ist der reine Windmühlenkampf; seine „Energetik“ (— der consequente

Dynamismus von Leibniz u. A. —) ist ebenso einseitig, wie das scheinbare Gegentheil, der consequente Materialismus von Demokritos, Holbach u. s. w. Der letztere läßt den Stoff der Kraft vorausgehen; der erstere umgekehrt betrachtet die Materie als Product der Kraft. Unser consequenter Monismus vermeidet die Einseitigkeit beider Anschauungen und vermag als Hylozoismus beide Attribute der Substanz, die raumerfüllende Materie und die wirkende Energie, nicht von einander zu trennen. Wie für alle anderen Naturprocesse, so gilt das auch für das Geistesleben; unsere „Geisteskräfte" sind als „phronetische Energie" ebenso an das Neuroplasma, das lebendige Plasma in den Neuronen der Großhirnrinde, absolut gebunden, wie die mechanische Energie unserer Muskeln an das contractile Myoplasma, die lebendige Substanz unseres Fleisches. (Vergl. hierzu S. 519—527.)

Bewußtes und unbewußtes Geistesleben. In der ausführlichen monistischen Studie über das Bewußtsein, die im 10. Kapitel der „Welträthsel" enthalten ist, habe ich zu zeigen versucht, daß diese räthselhafteste Geistesthätigkeit — das „psychologische Central-Mysterium" — kein transscendentes „Welträthsel" ist, sondern ebenso eine Natur-Erscheinung und ebenso dem Substanz-Gesetz unterworfen, wie alle andere Seelenthätigkeit. Das Bewußtsein des Kindes entwickelt sich erst längere Zeit nach dem ersten Lebensjahre und schreitet ebenso stufenweise fort, wie die anderen psychischen Functionen; es ist gleich diesen an die normale anatomische und chemische Beschaffenheit seiner Organe, der Phroneten in der Großhirnrinde, gebunden. Wie das Bewußtsein sich ursprünglich aus der unbewußten Seelenthätigkeit entwickelt (als eine „innere Anschauung" des Phronema, gleich einer Spiegelung), so kann auch jeder Zeit ein unbewußter Vorgang in der Gehirnrinde dadurch zum Bewußtsein gelangen, daß die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird. Umgekehrt verwandeln sich bewußte Handlungen, die ursprünglich mit Aufwand von viel Aufmerksamkeit erlernt werden mußten (z. B. Clavier spielen) durch

oftmalige Wiederholung, Uebung und Gewohnheit zuletzt in unbewußte. Daß bei allen diesen Geistesacten stets *chemische Energie* in den Phronetalzellen umgesetzt wird, ergiebt sich aus der Ermüdung und Erschöpfung, welche angestrengte Geistesarbeit im Gehirn herbeiführt, — gerade so wie angestrengte mechanische Arbeit in den Muskeln. Neue Stoffzufuhr durch Nahrung ist nothwendig, um die geistige Arbeit fortzusetzen. Allbekannt ist ferner der mächtige Einfluß, den die verschiedensten Getränke auf das Bewußtsein ausüben (Kaffee und Thee, Bier und Wein); ebenso sein zeitweiliges Verschwinden durch die Betäubung mit Chloroform oder Aether. Auch die bekannten Erscheinungen im Traum, die Störungen des normalen Bewußtseins, Hallucinationen, Wahnvorstellungen u. s. w. überzeugen uns bei unbefangener Untersuchung davon, daß diese Geistesthätigkeiten nicht metaphysischer Natur sind, sondern als physikalische Processe im Neuroplasma des Gehirns verlaufen, durchaus abhängig vom Substanz-Gesetze.

Dualistische Theorie des Geisteslebens. In principiellem Gegensatze zu dieser naturgemäßen monistischen Auffassung des menschlichen Geistes, die nach meiner Ueberzeugung durch die Naturerkenntniß des 19. Jahrhunderts definitiv festgestellt ist, steht die ältere dualistische Beurtheilung desselben, die noch heute weite Kreise des Volkes wie der Gebildeten, namentlich aber Metaphysiker und Theologen beherrscht. Danach ist der Geist des Menschen ein selbständiges *immaterielles Wesen*, das nur zeitweilig den Körper der menschlichen Person bewohnt und ihn beim Tode als „unsterbliche Seele" verläßt. Ich habe bereits im 11. Kapitel der „Welträthsel" die Vernunft-Gründe, die diesen weit verbreiteten Aberglauben widerlegen, besprochen, und meine Ueberzeugung in dem Schlußsatze zusammengefaßt: „Der Glaube an die Unsterblichkeit der menschlichen Seele ist ein Dogma, welches mit den sichersten Erfahrungssätzen der modernen Naturwissenschaft in unlösbarem Widerspruche steht." Indem ich hier auf jene Studie über „Athanismus und Thanatismus" verweise, möchte ich nur noch-

mals den außerordentlichen Einfluß betonen, den die gewaltige Autorität von Kant gerade auf diesem Gebiete durch seinen transscendentalen Idealismus gewonnen hat. Seine dualistische Auffassung von der Doppelnatur des Menschen, als eines sterblichen animalen Organismus, der nur zeitweilig mit einem unsterblichen Geiste verbunden ist, widerspricht völlig der monistischen Anschauung von der Einheit des menschlichen Wesens, zu der uns die moderne Biologie, insbesondere Physiologie und Phylogenie führt. Die dogmatische Natur der Kantischen Metaphysik, die man als kritisch so sehr verherrlicht, offenbart sich in diesem psychologischen Dualismus am auffallendsten. Die außerordentlich hohe Meinung von der menschlichen Vernunft, die Kant durch vieljähriges introspectives Studium seines eigenen hochbegabten Geistes gewonnen hatte, übertrug er irrtümlich auf den Menschengeist überhaupt; er dachte nicht daran, daß dieselbe bei den Naturvölkern noch ganz fehlt oder doch kaum jene Stufe bedeutend überschreitet, zu der sich der Verstand der Hunde, Pferde, Elephanten und anderer Culturthiere bereits erhoben hat.

Geistesleben der Säugethiere. Durch unsere moderne Anthropogenie (1874) ist die Hypothese der Descendenz-Theorie, daß sich das Menschengeschlecht durch Umbildung aus einer langen Reihe von Säugethieren entwickelt habe, zum Range einer historischen Thatsache erhoben werden. Alle einzelnen Organe unseres Körpers gleichen in ihrer Structur und Zusammensetzung denjenigen unserer nächsten Verwandten, der Menschenaffen; sie unterscheiden sich von ihnen nur durch geringfügige Differenzen der Größe und Form, die bedingt sind durch erblich gewordene Verschiedenheiten des Wachsthums. Mit den Organen sind aber zugleich deren Functionen durch Vererbung von den Primaten-Ahnen auf den Menschen übertragen worden. Das gilt auch vom Geiste, der nichts weiter ist als die Gesammtfunktion des Phronema, des centralen Denkorgans in der Großhirnrinde. Thatsächlich lehrt uns auch die unbefangene Vergleichung des Geisteslebens bei den Menschenaffen und den wilden Naturmenschen, daß die Unterschiede in ihrem Geistesleben ebenso geringfügig sind, wie diejenigen in ihrer Gehirnstructur. Wenn man daher die dualistische

Seelentheorie von Plato und Kant, sowie von der Mehrzahl der modernen Psychologen annimmt, so muß man den Menschenaffen und den höheren Säugethieren überhaupt (— insbesondere den Culturhunden! —), ebenso eine „unsterbliche Seele" zuschreiben, wie den Wilden und den Culturmenschen (vergl. Kap. 11 der „Welträthsel").

Geistesleben der Naturvölker. Das intensive und kritische Studium des Seelenlebens der Wilden, in Verbindung mit den Fortschritten der Anthropogenie und Ethnographie, hat im Laufe der letzten vierzig Jahre die Entscheidung zwischen zwei sich bekämpfenden Theorien über den Ursprung der menschlichen Cultur herbeigeführt. Die ältere Entartungs-Theorie, gestützt durch den Schöpfungsglauben der Religionen und daher vorzugsweise von Theologen und Theosophen vertreten, behauptete, daß der Mensch (— als „Ebenbild Gottes" —) ursprünglich in körperlicher und geistiger Vollkommenheit erschaffen worden und erst nachträglich durch den Sündenfall herabgesunken sei; die heutigen Wilden seien „degenerirte" Nachkommen von göttlichen Urmenschen. (In den Tropenländern, die heute noch lebende Menschenaffen beherbergen, werden diese von den Wilden und Barbaren gleicherweise als entartete Zweige ihres eigenen Stammes angesehen!) Obgleich diese Degenerations-Theorie auf Grund des herrschenden Bibelglaubens noch heute in den meisten Schulen gelehrt und auch von einzelnen mystischen Philosophen vertheidigt wird, hat sie doch schon am Schlusse des 19. Jahrhunderts alle wissenschaftliche Geltung verloren. Sie ist jetzt verdrängt durch die neuere Entwickelungstheorie, die schon vor hundert Jahren von Lamarck, Goethe und Herder vertreten wurde, aber erst seit Darwin und Lubbock die Oberhand in der modernen Ethnographie gewonnen hat. Danach sind wir jetzt überzeugt, daß die menschliche Cultur das Ergebnis eines langen, durch Jahrtausende allmählich aufsteigenden Entwickelungsganges ist; die modernen Culturvölker sind durch Vervollkommnung aus roheren Civilvölkern hervorgegangen, ebenso wie diese aus noch tiefer stehenden Barbarvölkern; diese wiederum haben sich aus niederen Naturvölkern entwickelt, denen die Cultur noch völlig fremd war.

Geistesleben der Barbarvölker. Als Barbaren im Sinne der modernen Ethnologie bezeichnen wir die mittlere Stufe der menschlichen Cultur-Entwickelung, die zwischen den Wilden und den civilisirten Völkern liegt. Wir kommen später (im 17. Kap.) auf die Classification und Charakteristik derselben zurück (vergl. oben S. 65).

Die Barbaren bilden die Kunsttriebe weiter aus, die schon bei vielen Wilden und einzelnen höheren Wirbelthieren zu finden sind; auch beginnt aus der thierischen Neugierde sich die menschliche Wißbegierde zu entwickeln, die Frage nach den Ursachen der Erscheinungen, das Causalitäts-Bedürfniß der Vernunft, die Keime der Wissenschaft.

Geistesleben der Civilvölker. Die civilisirten Völker, die zwischen den Barbaren und den eigentlichen Culturvölkern stehen, erheben sich auf eine höhere Stufe durch Bildung größerer Staaten und weitere Arbeitstheilung. Die Specialisirung der verschiedenen Arbeitergruppen und der leichtere Lebensunterhalt befördert weitere Entwickelung der Künste und Wissenschaften. Hierher gehört unter den Menschenrassen der Gegenwart vor Allem die Hauptmasse der Mongolen, im Alterthum und Mittelalter der größte Theil der Bewohner von Europa und Asien. Die großen Culturstaaten des Alterthums in China, Südindien, Kleinasien, Egypten, später in Griechenland und Italien, zeigen nicht allein eine hohe Ausbildung der Kunst und Wissenschaft, sondern auch Pflege der Gesetzgebung, des religiösen Cultus, der Jugenderziehung, Verbreitung der Bildung durch geschriebene Bücher.

Geistesleben der Culturvölker. Die Cultur im engeren Sinne, charakterisirt durch hohe Blüthe der Kunst und Wissenschaft und ihre mannigfaltige Anwendung für das praktische Leben in Gesetzgebung, Schulbildung u. s. w., war schon während des Alterthums durch einzelne Völker, in Asien durch die Chinesen, Südindier, Babylonier und Egypter, in Europa durch die Griechen und Römer des klassischen Zeitalters, mächtig gefördert. Allein ihre Früchte blieben zunächst auf kleinere Gebiete beschränkt und gingen während des Mittelalters großentheils wieder verloren. Zu neuer Blüthe entwickelte sich die moderne Cultur erst seit Ende des 15. Jahrhunderts, nachdem die Erfindung der Buchdruckerkunst die Verbreitung der Bildung in weiten Volkskreisen ermöglicht, die Entdeckung von Amerika und die Umschiffung der Erde den Gesichtskreis mächtig erweitert und das Weltsystem des Kopernikus den geocentrischen Irrthum beseitigt hatte. Nun erst begann die vielseitige Entwickelung des Culturlebens, die im 19. Jahrhundert durch die erstaunliche Ausbildung der Naturwissenschaft zu einer früher ungeahnten Höhe des Geisteslebens nach allen Richtungen hin geführt hat; nun erst konnte die freie V e r n u n f t den herrschenden Aberglauben des Mittelalters verdrängen.

Sechzehnte Tabelle.

Monismus und Dualismus des Geistes.

I. Monistische Theorie des menschlichen Geistes.	II. Dualistische Theorie des menschlichen Geistes.
1. Der Geist des Menschen ist eine *Naturerscheinung*, ein physikalischer Proceß, durch Stoffwechsel chemisch bedingt, kein transscendentes Wunder.	1. Der Geist des Menschen ist ein übernatürliches *transscendentes Wesen*, ein metaphysisches Lebenswunder, kein physiko-chemischer Proceß.
2. Der menschliche Geist ist demnach dem allmächtigen *Substanzgesetz* ebenso unterworfen, wie alle anderen Naturerscheinungen.	2. Der menschliche Geist ist *frei*, vom Substanzgesetz unabhängig, ewig und unsterblich, dem Stoffwechsel und Kraftwechsel nicht unterworfen.
3. Das materielle Substrat der geistigen Substanz, ohne welche keine Energie-Aeußerung möglich ist, bildet das *Plasma der Neuronen* oder Seelenzellen.	3. Das Wesen des Geistes ist eine *immaterielle „Seelensubstanz"*, deren freie Energieäußerung durch das Plasma der Neuronen nur übertragen wird.
4. Das Organ des menschlichen Körpers, das allein die Geistesthätigkeit bewirkt, bildet einen Theil der Großhirnrinde (der „grauen Substanz" des Hirnmantels) und ist als *Denkorgan* (Phronema) von den angrenzenden Sinnesherden (Sensorien) gesondert.	4. Der Geist äußert sich durch das Denkorgan (Phronema) nur als *Erscheinung*; sein eigentliches *Wesen* ist als „Ding an sich" weder erkennbar, noch überhaupt vorstellbar; es ist ein Abbild oder Ausfluß des *göttlichen* Geistes.
5. Das *Phronema* ist eine höchst vollkommene *Dynamo-Maschine*, deren einzelne Theile, die Phroneten, aus Millionen von Seelenzellen (Phronetalzellen) zusammengesetzt sind. Wie bei jedem anderen Organ des Körpers ist auch bei diesem Geistes-Organ die Thätigkeit (der „Geist") das Gesammtresultat der Functionen der Zellen, die es zusammensetzen.	5. Das Phronema als *Organ* der Vernunft ist *nicht autonom* thätig, sondern vermittelt durch seine einzelnen Theilorgane (Phroneten) und die dasselbe zusammensetzenden Zellen nur die Beziehungen zwischen dem immateriellen Geiste und der Außenwelt. Die menschliche Vernunft ist von dem Verstande der höheren und dem Instincte der niederen Thiere absolut verschieden.
6. Das Geistesleben der Culturvölker, dessen höchste Erzeugnisse Kunst und Wissenschaft sind, hat sich historisch aus dem niederen Seelenleben der Naturvölker (Barbaren, früher Wilden) entwickelt; ebenso wie das letztere durch *aufsteigende Entwickelung* aus demjenigen der höheren Säugethiere, und dieses aus der Seelenthätigkeit der niederen Wirbelthiere.	6. Die niedere Seelenthätigkeit der Naturvölker (Wilden und Barbaren) ist aus der höheren Geistesthätigkeit des ursprünglich vollkommenen Menschen durch *absteigende Entartung* (Sündenfall) entstanden; die niedere Vernunft der Naturvölker ist unsterblich und durch eine absolute Kluft von dem ähnlichen, aber sterblichen Verstande der Säugethiere geschieden.

Fünfzehntes Kapitel.

Lebensursprung.

Schöpfungs-Mythus (Creatismus). Aeternal-Hypothesen. Urzeugung (Archigonie).

„Die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen ist in erster Linie nicht eine Frage der Erfahrung und des Experimentes, sondern eine aus dem Gesetze der Erhaltung von Kraft und Stoff folgende Thatsache. Wenn in der materiellen Welt Alles in ursächlichem Zusammenhang steht, wenn alle Erscheinungen auf natürlichem Wege vor sich gehen, so müssen auch die Organismen, die aus den nämlichen Stoffen sich aufbauen und schließlich wieder in dieselben Stoffe zerfallen, aus denen die anorganische Natur besteht, in ihren Uranfängen aus anorganischen Verbindungen bestehen."

Carl Naegeli (1884).

Inhalt des fünfzehnten Kapitels.

Das Wunder des Lebensursprungs. Schöpfung der Arten: Moses und Agassiz. Schöpfung der Urzellen: Wigand und Reinke. Agnostischer Standpunkt, Resignation. Aeternal-Hypothesen (dualistisch: Helmholtz; monistisch: Preyer). Archigonie-Hypothesen (Autogonie-Hypothesen: Haeckel, Naegeli. Cyan-Hypothesen: Pflüger, Verworn). Spontane Generation. Saprobiose oder Nekrobiose. Versuche über Urzeugung. Pasteur. Stadien der Archigonie. Beobachtung der Archigonie. Synthese des Plasma. Werth der erfolglosen Versuche, Plasma künstlich herzustellen. Logik der modernen Experimental-Biologie.

Literatur.

Ernst Haeckel, 1866. Allgemeine Untersuchungen über die Natur und erste Entstehung der Organismen. Generelle Morphologie Bd. I S. 109—190.

Eduard Pflüger, 1875. Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. Pflüger's Archiv Band 10. Bonn.

Carl Naegeli, 1884. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre.

Max Verworn, 1894. Die Herkunft des Lebens auf der Erde. Allgemeine Physiologie. IV. Aufl., 1903, S. 319—343. Jena.

Max Kassowitz, 1899. Der Ursprung des Lebens. II. Band der Allgemeinen Biologie. Wien.

Ludwig Zehnder, 1899. Die Entstehung des Lebens. Freiburg i. B.

Hermann Helmholtz, 1884. Ueber die Entstehung des Planeten-Systems. Gesammelte Vorträge und Reden. Band II. Braunschweig.

Hermann Eberhard Richter, 1865. Zur Darwin'schen Lehre. Schmidt's Jahrbücher für die gesammte Medicin. Ebenda, 1871. Berlin.

Wilhelm Preyer, 1880. Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens. Naturwissenschaftliche Thatsachen und Probleme. Berlin.

Otto Bütschli, 1901. Mechanismus und Vitalismus. Leipzig.

August Weismann, 1902. Urzeugung und Entwickelung. Vorträge über Descendenz-Theorie, 36. Jena.

Albert Lange, 1875. Geschichte des Materialismus. 7. Aufl., 1902. Leipzig.

Heinrich Schmidt (Jena), 1903. Die Urzeugung und Professor Reinke. Heft 8 der Gemeinverständlichen Darwinistischen Vorträge und Abhandlungen. Odenkirchen.

Die Frage vom Ursprung des Lebens gehört einerseits zu den wichtigsten und interessantesten, anderseits zu den schwierigsten und verwickeltsten Problemen, mit denen der denkende und hochstehende Menschengeist sich seit Jahrtausenden abgequält hat. Es giebt nur wenige Fragen (z. B. die Willensfreiheit, die persönliche Unsterblichkeit), über welche so widersinnige und so verschiedenartige Ansichten geäußert worden, und wenige, die bis heute so völlig unentschieden geblieben sind. Auch giebt es wenige Probleme, über welche die Ansichten selbst hervorragender Männer der Wissenschaft so sehr auseinandergehen und zu so phantastischen Hypothesen geführt haben. Das liegt theilweise an den außerordentlichen Schwierigkeiten, die sich einer strengeren wissenschaftlichen Beantwortung des Problems entgegenstellen, theilweise aber auch an der Verwirrung der Begriffe, die hier sehr groß ist, an dem Mangel klarer, vernünftiger Einsicht und an der mächtigen Autorität des herrschenden Schöpfungsglaubens und anderer altehrwürdiger Dogmen.

Das Wunder des Lebensursprungs (Creatismus). Am einfachsten und schnellsten wird der gordische Knoten dieser Frage gelöst, wenn man ihn mit dem Schwerte des „frommen Glaubens" durchschneidet und durch die Annahme einer übernatürlichen Schöpfung beantwortet. „Ich glaube, daß mich Gott geschaffen hat sammt allen Creaturen, mir Leib und Seele, Augen, Ohren und alle Glieder, Vernunft und alle Sinne gegeben hat und noch erhält." So lautet der erste Glaubens-Artikel im Katechismus von Martin Luther, den unsere Kinder in frühester Jugend

als Grundlage aller wahren Weltanschauung auswendig lernen. Er gründet sich auf die Schöpfungsgeschichte von Moses, wie sie im ersten Kapitel der Genesis geschrieben steht. Da ich deren Werth für die Wissenschaft bereits im 2. Kapitel meiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" eingehend gewürdigt habe, kann ich hier darauf verweisen. Unstreitig besitzt dieser Schöpfungsmythus noch heute die größte praktische Bedeutung; denn die große Mehrzahl der Theologen hält an demselben schon deshalb fest, weil er in der Bibel, dem „Wort Gottes", niedergelegt und also „untrüglich wahr" ist. Die Schule aber wird von den meisten Regierungen, die den blinden „Glauben" ebenfalls als die erste und wichtigste Grundlage der Bildung empfehlen, dazu verpflichtet, jenen mosaischen Mythus anzunehmen und zu lehren. Dagegen giebt es heute in wissenschaftlichen Kreisen nur noch selten einen Naturforscher, der dafür eintritt. Den bedeutendsten Versuch dieser Art machte 1858 der geistreiche Louis Agassiz in seinem merkwürdigen „Essay on classification", einem Buche, das fast gleichzeitig mit dem epochemachenden Werke von Charles Darwin über den Ursprung der Arten erschien und alle allgemeinen biologischen Probleme vom völlig entgegengesetzten, mystischen Standpunkt aus erörterte. Nach Agassiz ist jede einzelne Thier- und Pflanzen-Art „ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes", und dieser scharfsinnige „Maschinen-Ingenieur" hat jede einzelne Species so vollkommen (— wenn auch nicht fehlerfrei! —) construirt, daß er dafür auf unseren modernen Welt-Ausstellungen die erste goldene Medaille erhalten könnte.

Im Gegensatze zu dieser bibelgemäßen Dichtung von der übernatürlichen Schöpfung der einzelnen Species haben später zwei Botaniker, Wigand in Marburg und Reinke in Kiel, die Architekten-Thätigkeit des himmlischen Schöpfers bedenklich eingeschränkt, indem sie ihn nur die „Urzellen" erschaffen und diesen die Fähigkeit beilegen ließen, sich zu höheren Organismen zu entwickeln. Wigand nahm für die Entstehung jeder einzelnen

Species eine besondere „Urzelle" und eine lange Phylogenie derselben an; Reinke hingegen einen Stamm, der sich aus vielen Arten zusammensetzte. Wissenschaftliche Bedeutung dürften diese modernen „Schöpfungs-Dichtungen" ebenso wenig wie die von Agassiz gewinnen; sie gründen sich in gleicher Weise auf reinen Wunderglauben (vergl. Kapitel 1—3).

Agnosticismus. Resignation auf das Problem des Lebensursprungs. Verschieden von dem unvernünftigen positiven Standpunkte der Wundergläubigen ist die skeptische Ansicht derjenigen Naturforscher, welche die Frage vom Lebensursprung für unlösbar oder transscendent halten; als Vertreter dieser agnostischen Ansicht könnten Darwin und Virchow genannt werden; sie halten die Entstehung der ersten Organismen für eine Frage, von der wir nichts wissen und wissen können. So erklärt Darwin in seinem Hauptwerke 1859, daß er „nichts mit dem Ursprunge der geistigen Grundkräfte, noch mit dem des Lebens selbst zu schaffen habe". Damit ist ein vollkommener Verzicht auf die Beantwortung eines wissenschaftlichen Problems ausgesprochen, das von unserer forschenden Vernunft ebenso bestimmt anerkannt werden muß, wie jedes andere Problem der Entwickelung. Denn der Ursprung des Lebens auf unserem Planeten bildet ein Moment in dessen Geschichte. Indessen läßt sich nichts weiter dagegen sagen, wenn ein Forscher davon nichts wissen will. Uebrigens theilen diesen agnostischen Standpunkt auch heute noch sehr zahlreiche und angesehene Naturforscher; sie sind zwar mehr oder weniger der Ueberzeugung, daß auch der Ursprung des Lebens ein „Naturproceß" ist, glauben aber, daß wir keine Mittel zu dessen Erkenntniß besitzen.

Das „Welträthsel des Lebensursprungs". Von den beiden vorigen Standpunkten verschieden ist drittens derjenige, welcher das Problem von der Entstehung des Lebens zwar für eine schwierige, aber doch für eine lösbare Aufgabe der Wissenschaft hält; diesen nimmt z. B. Dubois-Reymond ein, indem er

„die erste Entstehung des Lebens als drittes Welträthsel" aufführt. Diese Ueberzeugung theilen gegenwärtig wohl die meisten darüber nachdenkenden Naturforscher, wenngleich die Ansichten über den Weg und die Mittel der Lösung sehr weit aus einander gehen. Als zwei wesentlich verschiedene Anschauungen treten uns zunächst diejenigen entgegen, die man als Aeternal-Hypothese und Archigonie-Hypothese unterscheiden kann. Nach der ersteren ist das organische Leben ewig, nach der letzteren in einem bestimmten Zeitpunkt entstanden. Die erstere, die Aeternal-Hypothese, hat zu zwei sehr verschiedenen Annahmen geführt, von denen die eine auf dualistischer, die andere auf monistischer Basis beruht. Hauptvertreter der ersteren ist Helmholtz, der letzteren Preyer.

Dualistische Aeternal-Hypothesen (Annahme der Ewigkeit der Zelle). Hermann Eberhard Richter*) stellte schon 1865 die Hypothese auf, daß der unendliche Weltraum überall von Keimen organischer Wesen, ebenso wie von anorganischen Weltkörpern erfüllt sei; letztere ebenso wie erstere sind in ewiger Entwickelung, in beständigem „Werden und Vergehen" begriffen. Wenn die überall zerstreuten lebensfähigen Keime auf einen reifen, bewohnbar gewordenen Weltkörper gelangen, dessen Wärme und Feuchtigkeit die nothwendigen Bedingungen für ihre Entwickelung bietet, so beginnen sie zu keimen und können aus sich eine reiche Organismenwelt hervorgehen lassen. Richter stellt sich die Keime, die überall im Weltraum umherschwirren sollen, als lebendige Zellen vor und stellt den Satz auf „Omne vivum ab aeternitate e cellula" (alles Lebendige ist von Ewigkeit her aus der Zelle entstanden). In ähnlichem Sinne nimmt auch der Botaniker Anton Kerner**) die Ewigkeit des organischen Lebens und seine vollkommene Unabhängigkeit von der anorganischen Welt an; die Schwierigkeiten, die dieser Hypothese in der unbestimmten, ihr von Kerner gegebenen

*) Hermann Eberhard Richter, 1865. Zur Darwin'schen Lehre.
**) Anton Kerner, Das Pflanzenleben der Erde. Bd. II, S. 584.

Form entgegen stehen, sind so groß und so leicht einzusehen, daß sie keine weitere Verbreitung gefunden hat.

Ein großes Ansehen gewann dagegen die „Kosmozoen-Hypothese", als später (unabhängig von Richter) zwei der bedeutendsten Physiker, Hermann Helmholtz und William Thomson, sie zur Geltung zu bringen suchten. Helmholtz (1884 *) stellte richtig die Alternative: „Organisches Leben hat entweder zu irgend einer Zeit angefangen zu bestehen, oder es besteht von Ewigkeit"; er entscheidet sich für die letztere Annahme, weil es nicht gelungen ist, lebende Organismen künstlich experimentell zu erzeugen. Er meint, daß die im Weltraum umhertreibenden Meteore Keime von Organismen eingeschlossen enthalten könnten, die unter günstigen Verhältnissen auf der Erde oder anderen Planeten angelangt daselbst keimten und sich entwickelten. Diese Kosmozoen-Hypothese von Helmholtz ist deshalb unannehmbar, weil die physikalischen Verhältnisse des Weltraums (die extremen Temperaturen, die absolute Trockenheit, der Mangel atmosphärischer Luft u. s. w.) die dauernde Existenz von Plasma in Gestalt von lebensfähigen organischen Keimen auf Meteoriten unmöglich machen. Aus logischen Gründen ist die Hypothese deshalb werthlos, weil sie die Frage der Entstehung des organischen Lebens nicht löst, sondern verschiebt. Consequent ausgedacht führt sie zu dem reinen kosmologischen Dualismus.

Monistische Aeternal-Hypothesen. Eine andere, wesentlich verschiedene Theorie der „Ewigkeit des Lebens" ist von Theodor Fechner (1873) und Wilhelm Preyer (1880) entwickelt worden. Beide Naturphilosophen dehnen den Begriff des Lebens auf den ganzen Kosmos aus und verwischen die Grenze, die gewöhnlich zwischen organischer und anorgischer Natur gezogen wird. Sie sind in diesem Sinne monistisch. Fechner geht so weit, daß er dem ganzen Universum ebenso wie jedem einzelnen Weltkörper Be-

*) Hermann Helmholtz, 1884. Ueber die Entstehung des Planeten-Systems. Vorträge und Reden, Band II.

wußtsein zuschreibt und die einzelnen beseelten Organismen nur als Theile dieses großen Universal-Organismus betrachtet. Seine Naturphilosophie ist also panpsychistisch, aber zugleich pantheistisch, da er in mystischer Weise den bewußten Gottesbegriff mit dem des belebten Universum verknüpft. Preyer*) stimmt mit ihm darin überein, daß er den Begriff des Lebens ebenfalls auf das ganze Universum überträgt, und dieses als Organismus auffaßt. Er dehnt diesen Begriff zu dem symbolischen Umfang aus, den wir S. 41 besprochen haben und für ganz unpraktisch halten. Die feuerflüssige Masse der jugendlichen Erde ist der riesige Organismus, dessen rotirende Bewegung (Gravitations-Energie) Preyer als „Leben" bezeichnet; als er sich abkühlte, schieden sich die schweren Metalle (als todte anorgische Massen) ab; von dem übrig bleibenden Reste bildeten sich anfangs einfache, später zusammengesetzte Kohlenstoff-Verbindungen, zuletzt Eiweiß und Plasma. Diese Erweiterung des Begriffs Organismus hat in der Biologie keinen Anklang gefunden, und mit Recht; denn sie stiftet Verwirrung und erschwert die Abgrenzung der Biologie von der Abiotik, die aus praktischen Gründen nothwendig und sachlich gerechtfertigt ist.

Archigonie-Hypothesen. Da nach unserer Ansicht die Aeternal-Hypothesen ebenso werthlos sind, wie die Creations-Hypothesen, bleibt uns zur Beantwortung der großen Frage vom Lebens-Ursprung nur die dritte Gruppe von wissenschaftlichen Glaubenssätzen übrig, die ich unter dem Begriff der Archigonie zusammengefaßt habe. Sie gehen von folgenden Grundgedanken aus: 1. Das organische Leben ist überall an das Plasma (oder Protoplasma) gebunden, eine chemische Substanz in zähflüssigem Aggregat-Zustande, die stets Eiweißkörper und Wasser als Hauptbestandtheil enthält. 2. Die charakteristischen Bewegungs-Erscheinungen dieser „lebendigen Substanz", die man unter dem Begriffe „organisches Leben" zusammenfaßt, sind physikalische und chemische Processe, die

*) Wilhelm Preyer, Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens. 1880.

nur innerhalb gewisser Temperatur-Grenzen (zwischen Gefrierpunkt und Siedepunkt des Wassers) vor sich gehen können. 3. Jenseits dieser Grenzen kann das lebensfähige Plasma zwar unter Umständen für eine gewisse Zeit in latentem Zustande erhalten bleiben (Scheintod, potentielles Leben); aber dieser latente Zustand ist auf eine bestimmte (meist kurze) Zeitdauer beschränkt. 4. Da die Erde, gleich allen anderen Planeten, sich lange Zeiträume hindurch in gluthflüssigem Zustande, bei einer Temperatur von mehreren tausend Graden, befand, können während dieser Zeit unmöglich lebende Organismen (zähflüssige Eiweißkörper) auf derselben existirt haben; ebenso wenig „von Ewigkeit her". 5. Erst nachdem die Erdrinde an der Oberfläche erkaltet und bis unter den Siedepunkt abgekühlt war, konnte sich tropfbar flüssiges Wasser bilden, als erste Vorbedingung für das Zustandekommen organischen Lebens. 6. Die chemischen Processe, die in diesem Stadium der Erdentwickelung zuerst eintraten, werden Katalysen gewesen sein, die zur Bildung von Albumin-Verbindungen, zuletzt von Plasma führten. 7. Die ältesten so entstandenen Urorganismen können nur plasmodome Moneren gewesen sein, structurlose „Organismen ohne Organe"; die ersten Formen, in denen sich die lebende Substanz individuell sonderte, sind wahrscheinlich homogene Plasmakugeln gewesen, ähnlich gewissen Chromaceen der Gegenwart (Chroococcus). 8. Aus diesen primitiven Moneren sind erst secundär die ersten Zellen entstanden, durch Sonderung von centralem Karyoplasma (Zellkern) und peripherem Cytoplasma (Zellenleib).

Diese monistische Hypothese der Urzeugung, als Autogonie oder Selbstzeugung in streng wissenschaftlichem Sinne, habe ich zuerst 1866 im zweiten Buche der „Generellen Morphologie" (S. 109—190) bestimmt formulirt und eingehend zu begründen versucht. Das feste Fundament für dieselbe lieferten zunächst die von mir beschriebenen Moneren, jene einfachsten „Organismen ohne Organe", die man bis dahin übersehen oder bei Seite geschoben hatte. Es ist von fundamentaler Bedeutung für eine

naturgemäße Beantwortung der Frage vom Ursprung des Lebens, daß man von diesen structurlosen Körnchen lebendiger Substanz ausgeht, und nicht — wie noch jetzt meistens geschieht — von den Zellen; diese kernhaltigen organisirten „Elementar-Organismen" können nicht die ältesten archigonen Lebewesen sein, sondern sie sind erst secundär aus kernlosen Moneren entstanden. Ich habe daher in meiner „Monographie der Moneren" (1870) diesen primitivsten Organismen eine besonders eingehende Betrachtung gewidmet und diese später (im ersten Bande meiner „Systematischen Phylogenie", S. 35) schärfer zu formuliren versucht. In Bezug auf die chemische Frage der ersten Plasma-Bildung und ihrer anorganischen Vorbereitung hat später Eduard Pflüger sehr werthvolle Untersuchungen angestellt und das Cyan-Radical als wichtigsten Bestandtheil des lebendigen Plasma erkannt. Ich unterscheide daher als zwei verschiedene Stufen dieser Theorie meine ältere Autogonie-Hypothese und die spätere Cyan-Hypothese.

Autogonie-Hypothese (oder Moneren-Hypothese). Die Theorie der Urzeugung in dem Sinne der Archigonie, den ich 1866 zuerst aufgestellt und in verschiedenen Schriften weiter ausgeführt habe, schließt sich unmittelbar an die biochemischen Thatsachen an, welche die moderne Pflanzen-Physiologie mit voller Sicherheit ermittelt hat. Die wichtigste von diesen Thatsachen ist, daß jede lebendige grüne Pflanzenzelle das synthetische Vermögen der Plasmodomie oder „Kohlenstoff-Assimilation" besitzt; d. h. sie ist im stande, durch eine chemische Synthese und Reduction aus einfachen anorganischen Verbindungen: Wasser, Kohlensäure, Salpetersäure und Ammoniak, jene verwickelten eiweißartigen Verbindungen aufzubauen, die wir Plasma oder Protoplasma nennen und als die active „lebendige Substanz", als die wahre materielle Basis aller Lebensthätigkeit betrachten (vergl. Kap. 6). Alle Botaniker sind jetzt darüber einig, daß dieser wichtigste Vorgang im Pflanzenleben, der fundamentale Urproceß alles organischen Lebens und aller Organisation, als ein rein chemischer (— oder im weiteren Sinne:

physikalischer —) Vorgang aufzufassen ist und daß bei demselben eine specifische „Lebenskraft" oder ein mystischer Urheber (— der bekannte zweckthätige „Maschinen-Ingenieur des Lebens" —) ebenso wenig in Frage kommt, als irgend eine transscendente Ursache. Das kleine chemische Laboratorium, in dem dieser merkwürdige organoplastische Urproceß unter dem Einflusse des Sonnenlichts erfolgt, ist bei den einfachsten Urpflänzchen, den Chromaceen (S. 222) entweder das ganze homogene kugelige Plasma-Korn (Chroococcus) oder die blaugrüne Rindenschicht desselben, die als Chromatophor thätig ist. Bei den meisten Pflanzen dagegen sind diese Reductions-Laboratorien die Chromatellen oder Chromatophoren, die im dunkeln Inneren der Pflanze als farblose kugelige Leucoplasten, in der lichtbestrahlten Oberfläche aber als grüne Chromoplasten (oder „Chlorophyllkörner") vom übrigen Plasma der Zelle sich gesondert haben. Meine Theorie der Archigonie verlangt nun nichts weiter als die Annahme, daß derselbe chemische Proceß der Plasmodomie, der in jeder einzelnen dem Sonnenlicht ausgesetzten Pflanzenzelle in jeder Secunde sich wiederholt, und der jetzt eine „erbliche Gewohnheit" der grünen Pflanzenzelle geworden ist, im Beginne des organischen Lebens von selbst eingetreten ist, d. h. als ein katalytischer (oder der Katalyse analoger) Proceß, für dessen Eintritt die physikalischen und chemischen Bedingungen durch den damaligen Zustand der anorgischen Natur gegeben waren.

Idioplasma-Hypothese. Eine sehr werthvolle Stütze erhielt meine Hypothese der Autogonie vor zwanzig Jahren durch den scharfsinnigen Botaniker Carl Naegeli. In seinem gedankenreichen Werke „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre" (1884) vertritt er alle die wesentlichen Anschauungen über den natürlichen Ursprung des Lebens, die ich schon 1866 ausgesprochen hatte. Er formulirt den wichtigsten Theil derselben in dem bemerkenswerthen Satze, den ich als Motto diesem 16. Kapitel vorangesetzt habe (S. 387). Diese wohlüberlegte und unzweideutige Erklärung eines hervorragenden Naturforschers, der ebenso als aus-

gezeichneter, kenntnißreicher Beobachter, wie als scharfsinniger, logischer Denker anerkannt ist, sollten sich alle die zahlreichen „exacten“ Forscher merken, die fortdauernd die monistische Theorie der Urzeugung als „unbegründete“ Hypothese bekämpfen oder sie überhaupt als ein unlösbares „Welträthsel“ ansehen. Naegeli hat dieselbe aber auch weiterhin noch dadurch gefördert, daß er die dabei anzunehmenden Molecular-Vorgänge eingehend erörtert und mit seiner Idioplasma-Hypothese verknüpft. Er nimmt an, daß bei den Anfängen der Organisation die bestimmte autonome Anordnung der kleinsten gleichartigen Plasmatheile von grundlegender Bedeutung sei; diese „Micellen“ sind nach ihm „krystallinische Molecülgruppen“ und in mannigfaltigster Weise zu Micellar-Strängen oder parallelen Micell-Reihen geordnet.

Fistellen-Hypothese. Einen ähnlichen und weiter ausgeführten Versuch, die Vorgänge der Archigonie physikalisch zu erklären und auf mechanische Molecular-Structuren zurückzuführen, hat 1899 Ludwig Zehnder in seinem Werke über „Die Entstehung des Lebens“ gemacht. Er vermuthet, daß die kleinsten und niedersten Lebenseinheiten (die Micellen von Naegeli und die Biophoren von Weismann, welche meinen Plastidulen entsprechen) eine röhrenförmige Gestalt haben und nennt sie deshalb Fistellen. Er nimmt an, daß diese unsichtbaren Molecular-Gebilde zu Millionen im Plasma der Zelle gesetzmäßig angeordnet und dergestalt differenzirt sind, daß die einen die Endosmose, die anderen die Contraction, die dritten die Reizleitung u. s. w. besorgen. Gleich den ähnlichen Versuchen von Naegeli u. A. besteht der Werth auch dieser Molecular-Hypothese darin, daß sie zur Bildung von Vorstellungen darüber anregt, wie etwa die Anordnung und Bewegung der Plasma-Molecüle beim Vorgang der Archigonie nach physikalischen Principien gedacht werden kann.

Cyan-Hypothese. Einen sehr interessanten und beachtenswerthen Versuch, tiefer in das geheimnißvolle Dunkel der chemischen Vorgänge bei der Archigonie einzudringen, hat 1875 der aus-

gezeichnete Physiologe **Eduard Pflüger** gemacht, in seiner Abhandlung: „Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen". Er geht wiederum von der fundamentalen Thatsache aus, daß das Plasma (oder Protoplasma) die materielle Basis aller Lebens-Erscheinungen darstellt und daß diese „lebendige Substanz" ihre vitalen Fähigkeiten den chemischen Eigenschaften des Eiweißes verdankt (— gleichviel ob man dasselbe als eine chemische Einheit: Protein oder Protalbumin ansieht, oder als ein Gemenge verschiedener Verbindungen —). **Pflüger** unterscheidet aber scharf zwischen dem **lebendigen** Eiweiß des Plasma, das alle Organismen aufbaut, und dem todten Eiweiß, wie es z. B. in dem allbekannten zähflüssigen Albumin des Hühner-Eies vorliegt. Nur das lebendige Eiweiß (Plasma) zersetzt sich dauernd in geringerem Maße von selbst und in größerem Umfange in Folge äußerer Einwirkungen; das todte Eiweiß hingegen bleibt unter günstigen Bedingungen lange Zeit hindurch unzersetzt. Die Bedingung für die außerordentliche Zersetzbarkeit des lebendigen Albumin ist sein intramolecularer Sauerstoff, d. h. der Sauerstoff, der bei der Athmung von außen in das Innere des Plasma-Molecül aufgenommen wird und dort eine Dissociation bewirkt, eine innere Umlagerung der Atome und Trennung der neugebildeten Atomgruppen.

Die eigentliche Ursache jenes leichten Zerfalls des Plasma und der damit verknüpften Kohlensäurebildung liegt aber im **Cyan**, jenem merkwürdigen Körper, der aus einem Atom Kohlenstoff und einem Atom Stickstoff besteht, und der mit Kalium-Metall verbunden das bekannte, äußerst heftig wirkende Gift bildet, das Cyankalium. Während nämlich die stickstofffreien Zersetzungs-Producte des todten und lebendigen Eiweißes wesentlich übereinstimmen, sind dagegen die stickstoffhaltigen gänzlich verschieden. Harnsäure, Kreatin, Guanin und die anderen Zerfallproducte des Plasma enthalten das Cyan-Radical in sich, und das wichtigste von Allen, der Harnstoff, kann aus Cyan-Verbindungen künstlich hergestellt werden, wie zuerst **Wöhler** 1828 nachwies. Daraus können wir schließen,

daß das lebendige Eiweiß stets das Cyan-Radical in sich enthält, während dies dem todten Nahrungs-Eiweiß ganz fehlt. Die Annahme, daß gerade das Cyan dem Plasma seine charakteristischen „Lebenseigenschaften“ verleiht, wird auch weiterhin durch viele Aehnlichkeiten gestützt, die zwischen den Cyan-Verbindungen, besonders der Cyansäure (CNOH) und dem lebendigen Eiweiß bestehen; beide Körper sind bei niederer Temperatur flüssig und durchsichtig, während sie bei höherer gerinnen; beide zersetzen sich bei Anwesenheit von Wasser von selbst in Kohlensäure und Ammoniak; beide liefern durch Dissociation (durch intramoleculare Umlagerung der Atome, nicht durch directe Oxydation) Harnstoff. „Die Aehnlichkeit beider Substanzen,“ sagt Pflüger, „ist so groß, daß ich die Cyansäure als ein halblebendiges Molecül bezeichnen möchte.“ Beide Substanzen wachsen auch in gleicher Weise durch „Atomverkettung“, indem sich gleichartige Atomgruppen zu großen Massen kettenartig verbinden.

Besonders wichtig für die Theorie der Archigonie und ihre physikalische Begründung ist nun aber noch die chemische Thatsache, daß das Cyan und seine Verbindungen, Cyankalium, Cyansäure, Cyanwasserstoff u. s. w., nur in der Glühhitze entstehen, z. B. wenn man die nöthigen anorganischen Stickstoffverbindungen mit glühenden Kohlen zusammenbringt oder ihr Gemenge zur Weißgluth erhitzt. Auch andere wesentliche Eiweiß-Bestandtheile, z. B. Kohlenwasserstoff, Alkohol-Radicale, können synthetisch in der Hitze entstehen. „Somit,“ sagt Pflüger, „ist nichts klarer, als die Möglichkeit der Bildung von Cyan-Verbindungen, als die Erde noch ganz oder partiell im feurigen oder erhitzten Zustande war. Man sieht, wie ganz außerordentlich und merkwürdig uns alle Thatsachen der Chemie auf das Feuer hinweisen, als die Kraft, welche die Constituenten des Eiweißes durch Synthese erzeugt hat. Das Leben entstammt also dem Feuer und ist in seinen Grundbedingungen angelegt zu einer Zeit, wo die Erde noch ein glühender Feuerball war. Erwägt man nun die unermeßlich langen Zeiträume, in denen sich die Ab-

kühlung der Erdoberfläche unendlich langsam vollzog, so hatten das Cyan und die Verbindungen, die Cyan und Kohlenwasserstoff enthielten, alle Zeit und Gelegenheit, ihren großen Neigungen zur Umsetzung und Bildung von Polymerien (Atomverkettungen) in ausgedehntester Weise zu folgen, und unter Mitwirkung des Sauerstoffs und später des Wassers und der Salze in jenes selbstzersetzliche Eiweiß überzugehen, das lebendige Materie ist." Bezüglich dieses letzteren Verhältnisses ist noch besonders zu betonen, daß selbstverständlich eine lange Reihe chemischer Zwischenstufen zwischen der feuerflüssigen Cyanbildung und der Entstehung des wasserhaltigen lebendigen Plasma liegt.

Die Cyan-Theorie von Pflüger steht nicht in Widerspruch zu meiner Moneren-Theorie, sondern ergänzt dieselbe vielmehr, indem sie ein weit früheres Stadium der ersten Biogenesis — gewissermaßen die erste Vorbereitungs-Periode zur Albumin-Bildung — in durchaus wissenschaftlicher Weise kritisch erörtert. Das ist besonders zu betonen gegenüber den Angriffen, welche sie neuerdings von Neumeister (l. c. S. 15) und andern Vitalisten erfahren hat; sie soll deshalb unannehmbar sein, weil „zwischen Cyan-Verbindungen und Proteinstoffen ein unermeßlicher, durch nichts zu überbrückender Abgrund gähnt." Dieser Einwurf wird durch das lebendige Eiweiß selbst widerlegt, das in seinen stickstoffhaltigen Zersetzungs-Producten stets das Cyan-Radical enthält oder auch solche Substanzen (Harnstoff), die aus Cyan-Verbindungen künstlich hergestellt werden können. Ein anderer Einwurf lautet, daß „die in der Hitze entstandenen Cyan-Verbindungen bei nachfolgendem Zutritt von Wasser- und Sauerstoff sich sehr bald hätten zersetzen müssen". Auch diese Einwendung hat kein Gewicht, weil wir uns von den besonderen Bedingungen des chemischen Geschehens zu jener Zeit gar keine bestimmten positiven Vorstellungen machen können. Nur das können wir sagen, daß diese Bedingungen in jenem langen (Jahrmillionen umfassenden!) Zeitraum gänzlich verschieden von den jetzigen chemischen Verhältnissen an der Erdober-

fläche gewesen sein müssen. Der eigentliche Grund der Opposition von Neumeister und anderen Vitalisten liegt in ihrer dualistischen Naturauffassung, die um jeden Preis eine tiefe Kluft zwischen organischer und anorgischer Natur bleibend erhalten will.

Max Verworn, der in seiner „Allgemeinen Physiologie" (2. Aufl., S. 308) die verschiedenen Theorien über die Herkunft des Lebens auf der Erde eingehend bespricht und zutreffend kritisirt, hebt mit Recht den besonderen Werth von Pflüger's Cyan-Theorie hervor, und zwar deshalb, weil sie „das Problem im engsten Anschluß an physiologisch-chemische Thatsachen in streng wissenschaftlicher Weise erörtert und bis tief in seine Einzelheiten verfolgt". Er stimmt Pflüger zu, wenn dieser seine Vorstellung in folgenden Worten zusammenfaßt: „Demnach würde ich sagen, daß das erste Eiweiß, welches entstand, sogleich lebendige Materie war, begabt mit der Eigenschaft, in allen seinen Radicalen mit großer Kraft und Vorliebe besonders gleichartige Bestandtheile anzuziehen, um sie dem Molecül chemisch einzufügen und so in infinitum zu wachsen. Nach dieser Vorstellung braucht also das lebendige Eiweiß gar kein constantes Molecular-Gewicht zu haben, weil es eben ein in fortwährender, nie endender Bildung begriffenes und sich wieder zersetzendes ungeheures Molecül ist, das sich wahrscheinlich zu den gewöhnlichen chemischen Molecülen wie die Sonne gegen ein kleines Meteor verhält." Diese Ansicht, die ich für richtig halte, wird auch von vielen anderen modernen Naturforschern getheilt, die sich speciell mit den schwierigen Fragen von der Natur und der Entstehung der Eiweißkörper beschäftigt haben.

Spontane Generation. Nachdem wir die verschiedenen modernen und der Erörterung werthen Theorien über Archigonie besprochen und die ursprüngliche „Entstehung des organischen aus der anorganischen Substanz" mit Naegeli als eine Thatsache anerkannt haben, wollen wir noch einen Blick auf die älteren Hypothesen werfen, die unter dem Begriffe der freiwilligen Zeugung (Generatio spontanea oder aequivoca) Gegenstand

zahlreicher Streitschriften gewesen sind. Zwar sind dieselben jetzt fast allgemein aufgegeben, aber die damit verknüpften Experimente haben großes Aufsehen erregt und zu einer Reihe von irreführenden Mißverständnissen Veranlassung gegeben.

Saprobiose (früher Necrobiose). Die älteren Hypothesen über „spontane Generation" betreffen nicht unser chemisches Problem der Archigonie, d. h. die erste Entstehung lebendiger Substanz aus leblosen anorganischen Kohlenstoff-Verbindungen, sondern vielmehr die Entstehung niederer Organismen aus den faulenden oder sich zersetzenden organischen Körpertheilen höherer Organismen. Man bezeichnet diese Hypothesen, um sie von der ganz verschiedenen Theorie der Archigonie begrifflich scharf zu trennen, am besten als Saprobiose (früher auch Necrobiose), d. h. Entstehung von Lebendigem aus todter oder sich zersetzender organischer Substanz. — („Saprobiose" dürfte vorzuziehen sein, weil „Necrobiose" besser in anderem Sinne verwendet wird, für abgestorbene organische Theile, die den lebenden Körper allmählich dem Tode zuführen, S. 121.) Schon im Alterthum glaubte man, daß niedere Organismen aus den todten Ueberresten höherer Organismen entstehen könnten, z. B. Flöhe aus faulem Mist, Läuse aus kranken Hautpusteln, Motten aus altem Pelzwerk, Muscheln aus dem Schlamm des Wassers. Da diese Märchen durch die Autorität des Aristoteles gestützt und auf Grund derselben auch von Augustinus und anderen Kirchenvätern geglaubt und zum Glauben empfohlen wurden, erhielten sie sich bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts in Geltung. Noch im Jahre 1713 behauptete der Botaniker Heucherus, daß die grünen Wasserlinsen (Lemna) nur verdichtetes Fett von der Oberfläche faulen stehenden Wassers seien und daß daraus in frischem fließenden Wasser Brunnenkresse und andere Bachkräuter entständen.

Die erste wissenschaftliche Widerlegung dieser alten Fabelgeschichten wurde 1674 auf Grund sorgfältiger Experimente von dem italienischen Arzte Francesco Redi gegeben, der dafür wegen „Unglaubens" als Ketzer verrufen wurde; er zeigte, daß alle jene Thiere aus Eiern entständen, die von weiblichen Thieren in Mist, Haut, Pelz, Schlamm u. s. w. gelegt worden waren. Dieser Beweis war aber damals nicht zu führen für die Bandwürmer, Spulwürmer und andere „Eingeweidethiere" (Entozoa), die im Inneren anderer Thiere (im Darm, Blut, Gehirn, Leber) eingeschlossen leben. Für diese blieb

die Annahme, daß sie aus kranken Körpertheilen der Wohnthiere, in denen sie leben, entständen, bis gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts bestehen. Erst in den Jahren 1840—1860 wurde durch zahlreiche Versuche von Siebold, Leuckart, van Beneden, Virchow und anderen berühmten Biologen nachgewiesen, daß auch alle jene Eingeweidewürmer von außen in das Innere ihrer Wohnthiere hineingelangen und dort sich durch Eier fortpflanzen. In neuester Zeit ist dieser Nachweis allgemein gelungen.

In besonderer Geltung blieb dagegen noch bis vor kurzer Zeit die Hypothese der Saprobiose für einen Theil der kleinsten und niedersten Organismen, jener mikroskopischen, dem bloßen Auge unsichtbaren Lebensformen, die man früher allgemein Infusorien nannte, und die wir jetzt unter dem weiteren Begriffe der Protisten oder „Einzelligen", zusammenfassen. Als Leeuwenhoek 1675 mit dem neu erfundenen Mikroskope die Infusorien entdeckt und gefunden hatte, daß solche „Aufgußthierchen" massenhaft in Aufgüssen von Heu, Moos, Fleisch und anderen faulenden organischen Substanzen entstanden, verbreitete sich bald die Ansicht, daß sie aus diesen letzteren selbst unmittelbar hervorgingen. Indessen zeigte schon 1687 der Abbé Spallanzani, daß keine Infusionsthierchen in solchen Aufgüssen entstehen, wenn man sie tüchtig kocht und darauf das Gefäß gut verschließt; das Kochen tödtet die vorhandenen Keime, und der Luftabschluß hindert den Zutritt neuer Keime. Trotzdem blieb die Annahme, daß gewisse Infusorien, und namentlich die sehr kleinen und einfach gebauten Bakterien, unmittelbar aus faulen oder kranken Geweben von Organismen, oder aus sich zersetzenden organischen Flüssigkeiten entstehen könnten, bei vielen Mikroskopikern in Geltung und wurde noch 1858 von Pouchet in Paris, neuerdings von Charlton Bastian vertheidigt. Die dadurch hervorgerufenen Debatten veranlaßten die Pariser Akademie, 1858 einen Preis auszusetzen für „planmäßige Untersuchungen, die neues Licht auf die Frage von der Generatio spontanea zu werfen geeignet seien". Der Preis wurde dem berühmten Louis Pasteur zu Theil, der durch eine Reihe von scharfsinnigen Versuchen nachwies, daß überall in der Atmosphäre unter den schwebenden Staubtheilchen zahlreiche Keime von Mikrobien oder mikroskopischen Organismen sich befinden, und daß diese keimen und sich fortpflanzen, wenn sie in Wasser gelangen; nicht nur Infusorien, sondern auch kleine, höher organisirte Pflanzen

und Thiere, z. B. Flechten, Moose, Räderthierchen, Tardigraden, können in ausgetrocknetem Zustande monatelang verharren, durch den Wind weithin fortgeführt werden und zu neuem Leben erwachen, wenn sie wieder in Wasser gelangen. Dagegen wies Pasteur überzeugend nach, daß niemals Organismen in Aufgüssen organischer Substanzen sich entwickeln, wenn sie genügend gekocht waren und die zutretende atmosphärische Luft chemisch gereinigt war. Er faßte die Ergebnisse seiner exacten Versuche, die von Robert Koch und vielen anderen Bakteriologen bestätigt wurden, und die Veranlassung zu dem modernen Desinfections-Verfahren gaben, in dem Satze zusammen: „Die Generatio spontanea oder aequivoca ist eine Fabel."

Archigonie und Saprobiose. Die berühmten Versuche von Pasteur und seinen Nachfolgern hatten die Fabel von der Saprobiose widerlegt, aber nicht die Theorie der Archigonie. Diese beiden, gänzlich verschiedenen Hypothesen werden aber trotzdem bis heute verwechselt, weil für beide die alte Bezeichnung der Urzeugung (Generatio spontanea) in Geltung geblieben ist. Noch heute kann man in vielen Schriften lesen, daß die „unwissenschaftliche" Annahme der Urzeugung für alle Zeit durch jene Experimente widerlegt sei, und daß somit die Frage vom Ursprung des organischen Lebens als ein unlösbares „Welträthsel" dargethan sei. Die Oberflächlichkeit des Denkens und der Mangel an Kritik, der sich in diesen und ähnlichen Betrachtungen wiederholt, sind erstaunlich groß; sie würden in anderen Wissenschaftsgebieten kaum möglich sein. Aber die Biologie zeichnet sich ja, wie viele angesehene Koryphäen fortwährend behaupten, dadurch aus, daß sie nur Thatsachen zu beobachten und diese exact zu beschreiben habe (vergl. S. 7); — die Bildung von klaren Begriffen und noch mehr das Nachdenken über ihre Bedeutung sind unnöthig und gefährlich, ja sogar verwerflich! Nur durch diesen niederen Zustand der biologischen Forschungsmethoden ist es erklärlich, daß unsere Hypothese der Archigonie noch immer bekämpft oder einfach mit Stillschweigen übergangen wird. — Warum? — Weil die falsche Hypothese der Saprobiose, die gar nichts damit gemein hat, als den Namen „Urzeugung", durch die Versuche von Pasteur und Genossen widerlegt ist! Diese Versuche beweisen doch weiter gar nichts, als daß aus gewissen Aufgüssen organischer Substanzen — unter gewissen, sehr künstlichen Bedingungen! — sich keine neuen Organismen bilden; sie berühren aber gar nicht die wichtige und dringende Frage,

die für uns hier allein von Bedeutung ist, die Frage: „Wie sind die ältesten organischen Bewohner unseres Erdballs, die primitiven „Urorganismen", aus anorganischen Verbindungen entstanden?

Versuche über Urzeugung. Das hohe Ansehen, das sich die berühmten Versuche von Pasteur über „Urzeugung" rasch erwarben, und die nachtheilige Begriffsverwirrung, welche die falsche Deutung seiner Ergebnisse in weitesten Kreisen hervorriefen, giebt mir Veranlassung, hier den allgemeinen Werth des Forschungsversuchs in vielen Fragen kritisch zu beleuchten. Seitdem Baco vor 300 Jahren das Experiment in die Naturforschung eingeführt und ihr damit eine exacte Basis gegeben hatte, nahm sowohl die theoretische Natur-Erkenntniß, als deren praktische Verwerthung einen ganz gewaltigen Aufschwung. Neue Methoden der Untersuchung ermöglichten der Neuzeit ein viel tieferes Eindringen in das Wesen der Erscheinungen als im klassischen Alterthum, dem das Experiment unbekannt war. Besonders im 19. Jahrhundert, in dem die Experimental-Methoden erstaunlich verfeinert und vervielfältigt wurden, nahmen durch sie die „exacten" Wissenschaften einen früher nicht geahnten Aufschwung. Worin ist nun aber eigentlich dieser hohe Werth des Versuchs begründet? Er ist eine Frage an die Natur, die bei richtiger Stellung — unter Erfüllung der jedesmaligen Bedingungen! — auch eine richtige Antwort giebt. Es kommt aber gerade auf letzteren Punkt sehr viel an!

In unserem Falle lautet die Frage der Archigonie: „Unter welchen Bedingungen und auf welche Weise entsteht lebendige Substanz (= Plasma) aus leblosen anorgischen Verbindungen?" Wir können mit voller Sicherheit annehmen, daß in der Periode der Archigonie — d. h. in dem Zeitraum, in dem das organische Leben auf der abgekühlten Rinde unseres gluthflüssigen Planeten zuerst auftrat, im Beginn des laurentischen Zeitalters — die Existenz-Bedingungen gänzlich verschieden von den jetzigen waren: wir sind aber weit davon entfernt, uns eine bestimmte klare Vorstellung davon zu machen oder gar sie künstlich nachahmen zu können. Ebenso weit sind wir entfernt von einer gründlichen chemischen Kenntniß der Eiweiß-Verbindungen, zu denen das Plasma gehört; wir nehmen nur an, daß das Plasma-Molecül außerordentlich groß und aus mehr als tausend Atomen zusammengesetzt ist, ferner daß die Lagerung und Verbindung der Atome im Molecül höchst verwickelt und labil ist. Aber von den

wahren Verhältnissen dieses verwickelten Baues haben wir heute noch keine Ahnung. Ehe wir diesen complicirten Molecular-Bau vom Eiweiß nicht kennen, muß jeder Versuch, denselben synthetisch darzustellen, thöricht und vergeblich bleiben. Und bei dieser Sachlage sollen wir durch unsere rohen Versuche das „Lebenswunder" des Plasma künstlich herstellen, und wenn der Versuch (wie im Voraus zu erwarten) mißlingt, daraus schließen: „Es giebt keine Urzeugung!"

Negative Experimente über Saprobiose. Wenn man über diese Vorbedingungen vernünftiger Versuche über „Urzeugung" eingehend nachdenkt und die bunte Reihe der zahlreichen betreffenden Experimente kritisch vergleicht, so ergiebt sich, daß deren negative Resultate für die Beantwortung unserer wichtigen Frage nicht den mindesten Werth haben, ja daß sie deren eigentlichen Kern gar nicht berühren. Die vielbewunderten Versuche von Pasteur und Genossen beweisen weiter nichts, als daß unter ganz bestimmten, sehr künstlichen Bedingungen aus organischen, sich zersetzenden Verbindungen (— und zwar aus todten Geweben von hochorganisirten Histonen! —) keine Infusorien, Bakterien und andere Protisten entstanden sind; sie können nicht einmal beweisen, daß derartige Saprobiosen unter anderen Bedingungen nicht eintreten könnten. Dagegen sagen sie uns nicht das Mindeste über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Archigonie; in der bestimmten Fragestellung, wie ich diese wissenschaftliche Hypothese schon 1866 formulirt habe, bleibt sie von allen jenen Versuchen ganz unberührt. Jedenfalls bleibt sie unerschüttert bestehen als der erste Versuch, auf Grund unserer modernen Naturerkenntniß eine vorläufige Antwort — wenn auch nur in Form einer heuristischen Hypothese — auf eine der wichtigsten Fragen der Naturphilosophie zu geben.

Stadien der Archigonie. Schon in der „Generellen Morphologie" (1866), später in meinen „Biologischen Studien über Moneren und andere Protisten", ferner im ersten Bande meiner „Systematischen Phylogenie" (1894) habe ich die einzelnen Stufen des Vorgangs, den ich unter dem Begriffe Archigonie zusammenfasse, näher zu bestimmen versucht. Ich unterschied dabei als zwei Hauptstufen die Autogonie (Enstehung der ersten lebendigen Substanz aus anorganischen stickstoffhaltigen Kohlenstoff-Verbindungen) und die Plasmogonie (Entstehung des ersten individualisirten Plasma, der ältesten organischen Individuen in Form von Moneren). Bei meinen neueren bezüglichen Versuchen habe ich auch die wichtigen Ergebnisse mit verwerthet, welche

die verwandten, auf das gleiche Ziel gerichteten Untersuchungen von Naegeli (1884) zu Tage gefördert haben. In Bezug auf einige wichtige Punkte, betreffend den chemisch-physikalischen Theil der Frage, ist Naegeli in seiner „Mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre" (Kap. 2) noch näher in die Einzelheiten des archigonischen Processes eingegangen. Er nennt die ältesten Lebewesen, die durch „Micellar-Organisation" des Plasma aus einfachen anorgischen Verbindungen entstanden sind, Probien oder Probionten und meint, daß dieselben noch weit einfacher gebaut seien als meine Moneren. Diese Ansicht beruht auf einem Mißverständniß; Naegeli hält sich dabei nicht an meine bestimmte Definition: „Organismen ohne Organe (= structurlose lebende Plasmastücke ohne morphologische Differenzirung)", sondern er hat dabei die einzelnen, rhizopodenartigen Organismen im Auge, welche ich zuerst als Moneren beschrieben hatte: Protamoeba, Protogenes, Protomyxa u. s. w. Aber viel wichtiger als diese plasmophagen Zoomoneren sind nach meiner jetzigen Auffassung die Chromaceen, die plasmodomen Phytomoneren. Es ist auffallend, daß Naegeli deren primitive Organisation nicht eingehend zur Begründung seiner Theorie verwendet, obwohl er selbst sich das große Verdienst erworben hatte, diese primitivsten von allen jetzt lebenden Organismen als einzellige Algen zu beschreiben (1842). Thatsächlich stehen die einfachsten Chromaceen (Chroococcus und Verwandte) seinen hypothetischen Probien oder Probionten so nahe, daß eigentlich nur die Ausscheidung einer Schutzhülle um die homogene Plasmakugel, und weiterhin die Sonderung der blaugrünen Rindenzone von dem farblosen Centralkorn als „Anfänge der Organisation" in den Chroococcaceen betrachtet werden können. Unter den weiter gehenden Erörterungen, die Naegeli daran anschließt, sind besonders wichtig diejenigen, die sich auf die Stufenfolge der primitiven Abiogenesis und auf die häufige Wiederholung dieses physikalischen Processes beziehen.

Neuerdings hat Max Kassowitz im zweiten Bande seiner gedankenreichen „Allgemeinen Biologie" (1899) die verschiedenen Stadien des Archigonie-Processes, im Anschluß an seine metabolische Theorie vom Aufbau und Zerfall des Plasma, eingehend vom Standpunkte der physiologischen Chemie erläutert. Er betont mit Recht, daß die Entstehung der lebendigen aus der leblosen Substanz nicht als ein plötzlicher Sprung zu denken ist; vielmehr haben sich die hoch

complicirten chemischen Einheiten, welche jetzt die Grundlage des Lebens bilden, langsam und allmählich, Schritt für Schritt in unermeßlich langen Zeiträumen, auf dem Wege der Substitution aus immer einfacheren Verbindungen hervorgebildet. Man kann diese Anschauungen, die mit meinen früheren Deductionen (1866) großentheils übereinstimmen, mit der Cyan-Theorie von Pflüger verknüpfen und gelangt dann etwa zu folgenden Sätzen:

1. Als Vorstufe der Archigonie ist die Bildung von gewissen stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen zu betrachten, die zur Cyan-Gruppe (Cyansäure u. s. w.) gerechnet werden können; sie bildeten sich schon, als die Erdkugel noch eine gluthflüssige Masse war. 2. Nach Erstarrung der oberflächlichen Erdkruste bildete sich tropfbar flüssiges Wasser; unter seinem Einflusse und unter den beträchtlichen Veränderungen der kohlensäurereichen Atmosphäre bildete sich aus jenen einfachen Cyan-Verbindungen eine Reihe von complicirteren stickstoffhaltigen Kohlenstoff-Verbindungen, die zuletzt Albumin (oder Proteïn) lieferten. 3. Die Albumin-Molecüle ordneten sich in bestimmter Weise, gemäß ihren labilen chemischen Beziehungen, zu größeren Molecül-Gruppen (Pleonen oder Micellen). 4. Die Albumin-Micellen traten zur Bildung von größeren Aggregaten zusammen und bildeten homogene Plasmakörner (Plassonellen). 5. Bei weiterem Wachsthum theilten sich die Plassonellen und bildeten größere Plasmakugeln von homogener Beschaffenheit: Moneren (= Probionten). 6. In Folge von Oberflächenspannung oder auch chemischer Differenzirung bildete sich eine Differenz von festerer Rindenschicht (Membran) und weicherer Markschicht (Centralkorn), wie bei vielen Chromaceen. 7. Erst später entstanden aus solchen kernlosen Cytoden die einfachsten (kernhaltigen) Zellen, indem sich die Erbmasse des Plasma im Innern der Moneren ansammelte und zu einem festen Kern verdichtete.

Wiederholung der Archigonie. Eine interessante, aber zur Zeit noch ungelöste Frage ist die, ob sich der Proceß der Archigonie, als des organischen Lebens Anfang, nur einmal im Laufe der Zeit zutrug oder öfter wiederholte. Für beide Ansichten lassen sich Gründe anführen. Pflüger (l. c.) sagt darüber: „In der Pflanze fährt das lebendige Eiweiß nur fort, das zu thun, was es immer seit seinem ersten Entstehen that, d. h. sich fortwährend zu regeneriren oder zu wachsen; weshalb ich glaube, daß alles in der Welt vorhandene Eiweiß direct von jenem ersten abstammt. Deshalb zweifle ich an der

Generatio spontanea in der gegenwärtigen Zeit; auch die vergleichende Biologie deutet unmittelbar darauf hin, daß alles Lebendige aus nur einer einzigen Wurzel seinen Ursprung genommen hat." Indessen schließt doch diese Erwägung nicht aus, daß möglicherweise der chemische Proceß der spontanen Plasmodomie sich in jener ältesten Zeit — unter gleichen Bedingungen — oft in gleicher Form wiederholt hat.

Auf der anderen Seite hat besonders Naegeli mit Recht darauf hingewiesen, daß kein Grund vorliegt, eine oftmalige Wiederholung der Archigonie, selbst bis zur Gegenwart, anzunehmen. Sobald die physikalischen Bedingungen für den chemischen Prozeß der Plasmodomie gegeben sind, kann er sich jederzeit und an jedem Orte wiederholen. Was den Ort betrifft, so bietet wahrscheinlich der Meeresstrand die günstigsten Bedingungen, da z. B. an der Oberfläche von fein zertheiltem feuchten Sande die Molecularkräfte der Substanz in allen Aggregatzuständen, in gasförmigem, tropfbarflüssigem, festflüssigem und festem Zustande, die beste Bedingung finden, auf einander einzuwirken. Thatsache ist, daß noch heute alle verschiedenen Entwickelungszustände der „lebendigen Substanz", vom einfachsten Moner (Chroococcus) bis zur einfachen kernhaltigen Zelle, von dieser bis zur höchstorganisirten Zelle der Radiolarien und Infusorien, von der einfachen Eizelle bis zu dem höchst entwickelten Histonal-Bau der höheren Pflanzen und Thiere, vom Amphioxus bis zum Menschen neben einander vorkommen. Zur Erklärung dieser Thatsache giebt es nur zwei Möglichkeiten: Entweder haben sich die einfachsten heute noch lebenden Organismen, die Chromaceen und Bakterien, die Palmellen und Amoeben, seit Beginn des organischen Lebens, — seit mehr als hundert Jahrmillionen — unverändert erhalten oder nur sehr unbedeutende Fortschritte der Organisation gemacht; — oder der phylogenetische Proceß ihrer Entwickelung hat sich im Laufe dieser Zeit mehrmals wiederholt und wiederholt sich ebenso noch heute. Auch wenn letzteres der Fall wäre, würden wir wohl kaum im Stande sein, uns durch directe Beobachtung davon zu überzeugen.

Beobachtung der Archigonie. Augenommen, daß noch heute einfachste Organismen durch Archigonie entständen, so würde wahrscheinlich die unmittelbare Beobachtung dieses wichtigen Vorgangs aus folgenden Gründen unmöglich oder doch höchst schwierig sein. 1. Als älteste und einfachste Organismen sind mit großer Wahrscheinlichkeit kugelige Plasmakörner ohne sichtbare Structur anzunehmen,

ähnlich den einfachsten, heute noch lebenden Chromaceen (Chroococcus). 2. Diese plasmodomen Moneren sind nicht zu unterscheiden von den Chromoplasten (Chlorophyllkörner), die im Innern von Pflanzenzellen leben und auch nach deren Absterben fortfahren können, sich durch Theilung selbständig zu vermehren. 3. Mit Naegeli müssen wir annehmen, daß die ursprüngliche Größe dieser Probionten (— trotz der verhältnißmäßig kolossalen Größe ihres Moleküls —) sehr unbedeutend und viel zu gering ist, um auch mit Hülfe der besten Mikroskope wahrgenommen zu werden. 4. Ebenso würde der primitive Stoffwechsel und das einfache langsame Wachsthum dieser Moneren sich unserer directen Beobachtung entziehen. 5. Thatsächlich sind winzige Körnchen, die aus Plasma bestehen oder zu bestehen scheinen, sehr häufig in stehenden Gewässern und im Meere zu finden; wir sind gewöhnt, sie als isolirte Theilchen von zerstörten Thier- oder Pflanzenleichen anzusehen; kleine isolirte Chlorophyllköruer, die überall zu finden sind, betrachten wir als ausgetretene Producte von Pflanzenzellen. Wer kann aber die Behauptung widerlegen, daß sie vielmehr Plassonellen oder junge Moneren darstellen, die langsam weiter wachsen und sich mit ihresgleichen zu größeren Plasmakörpern verbinden?

Synthese des Plasma. Ein oft gehörter Einwand gegen unsere natürliche und monistische Auffassung der Archigonie besteht darin, daß wir bisher nicht im stande gewesen seien, in unseren chemischen Laboratorien Eiweißkörper, und namentlich Plasma, durch künstliche Synthese herzustellen; man zieht daraus den falschen dualistischen Schluß, daß nur übernatürliche, vitale Kräfte dazu im stande seien. Man bedenkt dabei nicht, daß wir noch nicht einmal die complicirte chemische Structur der Eiweißkörper kennen, und daß wir nicht wissen, was eigentlich im Inneren der grünen Chlorophyll-Körner geschieht, die in jeder Pflanzenzelle die strahlende Energie des Sonnenlichts in die Spannkraft von neugebildetem Plasma umsetzen. Wie sollen wir mit den unvollkommenen und rohen Hilfsmitteln unserer heutigen Chemie einen verwickelten chemischen Vorgang synthetisch nachahmen, dessen Wesen uns nicht einmal analytisch klar geworden ist? Außerdem liegt die Grundlosigkeit jenes skeptischen Einwands auf der flachen Hand; wir dürfen nie einen Naturproceß für übernatürlich erklären, weil wir ihn nicht künstlich nachahmen können.

Siebzehnte Tabelle.

Ueberſicht über die Hypotheſen des Lebensurſprungs.

I. Erſte Gruppe: Creations-Hypotheſen (Schöpfungsmythen).

Das organiſche Leben iſt ein übernatürlicher Proceß, durch Schöpfung entſtanden (durch den Willen eines gasförmigen Welt-Architecten).

I. A. Specifiſche Creations-Hypotheſen.

Moſes, 1500 v. Chr.; Louis Agaſſiz 1858.

Jede einzelne Art iſt ein verkörperter Schöpfungs-Gedanke Gottes.

I. B. Cellulare Creations-Hypotheſen (Dominanten).

Albert Wigand, 1874; Johannes Reinke, 1899.

Gott hat die Urzellen erſchaffen, aus denen ſich, ſeinem Schöpfungsplane gemäß, die einzelnen Arten (oder Stämme) entwickeln mußten.

II. Zweite Gruppe: Aeternal-Hypotheſen (Ewiges Leben).

Das organiſche Leben hatte überhaupt keinen Anfang, ſondern beſteht von Ewigkeit her.

II. A. Dualiſtiſche Aeternal-Hypotheſen.

Eberhard Richter, 1865; Hermann Helmholtz 1884.

Das organiſche Leben beſteht von Ewigkeit neben der anorganiſchen Natur, unabhängig davon.

II. B. Moniſtiſche Aeternal-Hypotheſen.

Theodor Fechner, 1873; Wilhelm Preyer, 1880.

Die organiſche Natur iſt älter als die anorganiſche; die lebloſen Naturkörper der letzteren ſind urſprünglich durch das Leben der erſteren entſtanden.

III. Dritte Gruppe: Archigonie-Hypotheſen (Urzeugung).

Das organiſche Leben auf der Erde hatte einen zeitlichen Anfang und iſt ein chemiſcher Proceß, begonnen zu der Zeit, als auf der erkalteten Erdrinde tropfbar flüſſiges Waſſer entſtand und der Kohlenſtoff ſeine organogene Thätigkeit ausüben konnte.

III. A Plasmogonie-Hypotheſen.

Ernſt Haeckel, 1866; Carl Naegeli 1884.

Die erſten auf unſerem Erdball erſchienenen Organismen waren Moneren und zwar plasmodome Moneren, ähnlich den heutigen Chromaceen (Chroococcus u. ſ. w., vergl. S. 222). Dieſe homogenen älteſten Lebeweſen des Erdballs waren noch nicht echte (kernhaltige) Zellen, ſondern homogene Plasmakugeln, entſtanden durch individuelle Sonderung von Albuminaten mit Stoffwechſel (Katalyſe von colloidaler Subſtanz).

III. B. Cyan-Hypotheſen.

Eduard Pflüger, 1875; Max Verworn, 1894.

Als anorganiſcher chemiſcher Proceß, der der Bildung des lebendigen organiſchen Plasma vorausging, iſt die Entſtehung von Cyan-Verbindungen anzuſehen, die ſchon an der Erdoberfläche begann, als ſie noch in gluthflüſſigem Zuſtande war. Das Cyan-Radical bildet einen charakteriſtiſchen Beſtandtheil des lebendigen Albumins und iſt durch eine lange Reihe von Umſetzungen zur wichtigſten Baſis des Plasma geworden.

Sechzehntes Kapitel.

Lebens-Entwickelung.

Descendenz-Theorie. Transformismus und Darwinismus. Stammesgeschichte und Keimesgeschichte. Biogenetisches Grundgesetz.

„Die Entwickelungsgeschichte der Organismen zerfällt in zwei nächstverwandte und eng verbundene Zweige: die Ontogenie oder die Entwickelungsgeschichte der organischen Individuen, und die Phylogenie oder die Entwickelungsgeschichte der organischen Stämme. Die Ontogenie (oder Keimesgeschichte) ist die kurze und schnelle Recapitulation der Phylogenie (oder Stammesgeschichte), bedingt durch die physiologischen Functionen der Vererbung (Fortpflanzung) und Anpassung (Ernährung)."

Generelle Morphologie (1866).

„Wir haben in unseren Arbeiten über Entwickelungsgeschichte das Biogenetische Grundgesetz stets in Anwendung gebracht, und wir fanden in vielen Fällen unsere Erwartungen nicht nur nicht getäuscht, sondern sogar weit übertroffen. Es ist kein Zweifel, daß in der Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere die echte Palingenie eine außerordentliche Rolle spielt und das cenogenetische Element an Bedeutung weit zurücktritt, in vielen Fällen auch unschwer erkannt werden kann, so daß man sich versucht fühlen könnte, die Bedeutung des Biogenetischen Gesetzes zur Erkenntniß längst abgelaufener Vorgänge für den Zoologen ebenso hoch anzuschlagen, wie für den Astronomen die Spectral-Analyse."

Paul und **Fritz Sarasin** (1887).

Inhalt des sechzehnten Kapitels.

Anorgische und organische Entwickelung. Biogenie und Kosmogenie. Entwickelungs-Mechanik. Mechanik der Phylogenese. Descendenz-Theorie. Selections-Theorie. Idioplasma-Theorie. Phyletische Lebenskraft. Keimplasma-Theorie. Progressive Vererbung. Vergleichende Morphologie. Keimplasma und Erbmasse. Mutations-Theorie. Zoologischer und botanischer Transformismus. Neolamarckismus und Neodarwinismus. Mechanik der Ontogenese. Biogenetisches Grundgesetz. Tectogenetische Ontogenie. Experimentelle Entwickelungsgeschichte. Monismus und Biogenie.

Literatur.

Jean Lamarck, 1809. Philosophie Zoologique. Deutsch von Arnold Lang. 1879, Jena.

Charles Darwin, 1859. Ueber die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung. Stuttgart.

Ernst Haeckel, 1866. Generelle Morphologie der Organismen.

Derselbe, 1868. Natürliche Schöpfungsgeschichte. 10. Aufl., 1902.

Carl Naegeli, 1884. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. Leipzig.

August Weismann, 1902. Vorträge über Descendenz-Theorie. 2 Bände. Jena.

Theodor Eimer, 1888. Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften. Jena.

Hugo de Vries, 1901. Die Mutationen und Mutations-Perioden bei der Entstehung der Arten. Leipzig.

Derselbe, 1903. Die Mutations-Theorie. Versuche und Beobachtungen über die Entstehung von Arten im Pflanzenreich. 2 Bände. Leipzig.

Karl Ernst Baer, 1828. Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. Königsberg.

Carl Gegenbaur, 1889. Ontogenie und Anatomie, in ihren Wechselbeziehungen betrachtet. Morphologisches Jahrbuch Band XV. Leipzig.

Hugo Spitzer, 1886. Beiträge zur Descendenz-Theorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft. Graz.

Ludwig Plate, 1903. Ueber die Bedeutung des Darwin'schen Selections-Princips und Probleme der Artbildung. Leipzig.

Kosmos, 1877—1886. Zeitschrift für einheitliche Weltanschauung auf Grund der Entwickelungslehre. 19 Bände. Leipzig.

Wilhelm Breitenbach, 1901. Darwinistische Vorträge und Abhandlungen. (I. Plate, Die Abstammungslehre. II. Breitenbach, Die Biologie im 19. Jahrhundert. XII. Francé, Die Weiterentwickelung des Darwinismus.) Odenkirchen.

Ernst Haeckel, 1894—1896. Systematische Phylogenie. Entwurf eines natürlichen Systems der Organismen auf Grund ihrer Stammesgeschichte. 3 Bände. Berlin.

Die fundamentale Bedeutung, welche die Entwickelungslehre für unsere monistische Philosophie besitzt, habe ich bereits 1866 in der Generellen Morphologie ausführlich dargelegt. Ein populärer Auszug dieser Anschauung ist in der Natürlichen Schöpfungsgeschichte gegeben und kurz zusammengefaßt im 13. Kapitel der „Welträthsel". Indem ich mich auf diese früheren Schriften und namentlich auf die letztere zurückbeziehe, beschränke ich mich hier darauf, zu ihrer Ergänzung einige der wichtigsten allgemeinen Fragen des Evolutismus (oder der Genetik) im Lichte der modernen Naturerkenntniß zu betrachten; dabei sind besonders die entgegengesetzten Ansichten über Art und Werth der Biogenesis zu vergleichen, die noch jetzt, im Beginne des 20. Jahrhunderts, sich gegenüberstehen.

Anorgische und organische Entwickelung. Die principielle Einheit der anorgischen und organischen Natur, die ich im zweiten Buche der Generellen Morphologie eingehend zu begründen versucht habe, und deren Bedeutung im 14. Kapitel der „Welträthsel" betont ist, gilt für den gesammten Verlauf ihrer Entwickelung, die Ursachen ihrer Erscheinungen und deren Gesetze. Wir schließen also auch für die Evolution der Organismen jeden Vitalismus und Dualismus aus und beharren auf unserer Ueberzeugung, daß dieselbe stets auf physikalische Kräfte (und insbesondere auf chemische Energie) zurückzuführen ist. Da wir als die Basis derselben überall das Plasma betrachten (Kap. 6), können wir auch sagen: die organische Entwickelung beruht auf Mechanik und Chemie des Plasma. So wenig wir eine besondere übernatürliche „Lebenskraft" für die Er-

klärung der physiologischen Functionen zulassen dürfen, ebenso wenig kann eine solche als Regulator oder Factor der biogenetischen Processe angenommen werden.

Biogenie und Kosmogenie. Wenn wir unter Biogenie die Gesammtheit aller organischen Entwickelungs-Processe auf der Erde verstehen, unter Geogenie dagegen diejenigen der Erde selbst, und unter Kosmogenie die der ganzen Welt, so ist unzweifelhaft die Biogenie nur ein kleiner Theil der Geogenie, ebenso wie diese letztere wieder nur ein kleiner Theil der unermeßlichen Kosmogenie ist. Dieses wichtige Verhältniß ist eigentlich ohne Weiteres klar, aber trotzdem oft ganz übersehen worden; es gilt sowohl für die Zeit als für den Raum. Wenn wir auch annehmen, daß der biogenetische Proceß (— d. h. die Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde vom Beginn bis zur Gegenwart —) mehr als hundert Millionen Jahre umfaßt, so ist doch dieser lange Zeitraum wahrscheinlich viel kürzer als derjenige, dessen unser Planet zu seiner individuellen Entwickelung als Weltkörper bedurfte: von der ersten Ablösung des planetarischen Nebelringes aus dem Mutterkörper der Sonne bis zu seiner Verdichtung zum rotirenden Gasball, von da bis zur Bildung des gluthflüssigen Feuerballs, zur Erstarrung der festen Rinde an dessen Oberfläche, und endlich bis zum Niederschlag tropfbar flüssigen Wassers. Erst mit der Bildung des letzteren konnte der Kohlenstoff seine organogene Thätigkeit beginnen und zur Bildung des Plasma fortschreiten. Aber auch dieser lange geogenetische Proceß ist in Bezug auf Raum und Zeit nur ein winzig kleiner Theil der unendlichen und unermeßlichen Kosmogenie. Wenn wir nun auch annehmen, daß auf vielen anderen Weltkörpern unter denselben Bedingungen wie auf unserer Erde sich in ähnlicher Weise organisches Leben entwickelt („Welträthsel", Kap. 20), so ist jedenfalls die Gesammtheit aller dieser biogenetischen Vorgänge nur ein kleiner Theil von dem allumfassenden kosmogenetischen Prozeß. Die Annahme des Vitalismus, daß dessen mechanischer Gang von Zeit zu Zeit durch die über-

natürliche „Schöpfung" von Organismen unterbrochen worden sei, widerspricht unserer reinen Vernunft, der Einheit der Natur und dem Substanz-Gesetze. Wir müssen also in erster Linie an der fundamentalen Ueberzeugung festhalten, daß alle biogenetischen Processe ebenso auf Mechanik der Substanz zurückzuführen sind, wie alle übrigen Naturerscheinungen.

Entwickelungs-Mechanik. Für die Entwickelung der anorganischen Natur, der Erde und des ganzen Weltalls, wurde der mechanische Charakter (— im Gegensatze zu der wundergläubigen „Schöpfungslehre" —) schon zu Ende des 18. Jahrhunderts festgestellt und mathematisch bewiesen, und zwar durch den großen Atheisten Laplace in seiner „Mécanique céleste" (1799). Die ähnliche Kosmogenie, die Kant schon 1755 in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels" aufgestellt hatte, kam erst viel später zur Geltung („Welträthsel" Kap. 13). Dagegen eröffnete sich die Möglichkeit, auch die Entwickelung der organischen Natur mechanisch zu erklären, erst nachdem Darwin 1859 der Descendenz-Theorie durch seine Selections-Theorie ein festes Fundament gegeben hatte. Den ersten dahingehenden Versuch unternahm ich selbst 1866 in meiner „Generellen Morphologie", deren Ziel auf dem Titel selbst bezeichnet ist: „Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie." Namentlich im 2. Bande dieses Werkes, in der „Allgemeinen Entwickelungsgeschichte der Organismen", habe ich mich bemüht, zu zeigen, daß beide Theile derselben, ebenso die Keimesgeschichte (Ontogenie) wie die Stammesgeschichte (Phylogenie), auf physiologische Thätigkeiten des Plasma zurückzuführen, also mechanisch (in weiterem Sinne) zu erklären sind.

Mechanik der Phylogenese. Als ich 1866 den Begriff und die Aufgabe der Phylogenie oder Stammesgeschichte aufstellte, erschien den meisten Biologen dieser erste Versuch völlig fremdartig und unberechtigt, ebenso wie der Darwinismus selbst, dessen natür-

liche Consequenz er war. Selbst der berühmte **Emil Du Bois-Reymond**, dem als Physiologen derselbe nur willkommen sein sollte, bezeichnete ihn als einen „schlechten Roman“; er verglich meine ersten Versuche, die Stammbäume der organischen Klassen auf Grund der Palaeontologie, der vergleichenden Anatomie und Ontogenie zu construiren, mit den hypothetischen Bemühungen der Philologen um Ergründung der fabelhaften Stammbäume der homerischen Helden. Indessen hatte ich selbst jene ersten unvollkommenen Versuche nur als provisorische Entwürfe bezeichnet, als heuristische Hypothesen, die späteren besseren Forschungen den Weg bahnen sollten. Wie viel seitdem auf diesem Wege geleistet worden ist, und wie weit wir in der Ergründung der Abstammungs-Verhältnisse durch die vereinten Bemühungen zahlreicher trefflicher Palaeontologen, Anatomen und Embryologen gekommen sind, lehrt ein Blick auf die reiche heutige Literatur der Phylogenie. Ich habe vor zehn Jahren in den drei Bänden meiner „**Systematischen Phylogenie**“ den Versuch gemacht, deren Ergebnisse im einheitlichen Zusammenhang darzustellen. Mein hauptsächliches Streben dabei war einerseits, das „Natürliche System der Organismen“ auf Grund ihrer Stammesgeschichte auszubilden, andererseits aber den mechanischen Charakter des phylogenetischen Processes nachzuweisen. Alle Thätigkeiten der Organismen, die die Transformation der Species und die Entstehung neuer Arten im Kampf um's Dasein bewirken, sind auf physiologische Functionen derselben zurückzuführen, auf das Wachsthum und die Ernährung, Anpassung und Vererbung, und diese selbst wieder sind auf Mechanik und Chemie des Plasma zu beziehen. Der Kampf um's Dasein selbst ist ein mechanischer Proceß, in welchem die Naturzüchtung das Mißverhältniß zwischen der Ueberzahl der Keime und der beschränkten Existenz-Möglichkeit der actuellen Individuen, im Verein mit der Variabilität der Species, benutzt, um ohne vorbedachten Zweck mechanisch neue zweckmäßige Einrichtungen hervorzubringen. Diese teleologische Mechanik bedarf keiner mysteriösen

„Zielstrebigkeit“ oder Finalität, sondern sie ordnet sich der allgemeinen mechanischen Causalität unter, die sämmtliche Vorgänge im Universum beherrscht. Die natürliche Finalität ist nur ein besonderer Fall der mechanischen Causalität. Die erstere ist der letzteren unterzuordnen — nicht umgekehrt, wie Kant wollte!

Descendenz-Theorie (Transformismus). Der erste Versuch, den der große Lamarck 1809 in seiner Philosophie zoologique zur Begründung des Transformismus unternahm, verdient von Seiten der monistischen Philosophie deshalb so hohe Anerkennung, weil damit überhaupt zum ersten Male eine natürliche Entstehung der unzähligen organischen Formen erklärt wurde, die als Species von Thieren und Pflanzen unseren Erdball bevölkern. Bis dahin hatte man sich deren Ursprung nur durch einen übernatürlichen Proceß, durch das Wunder der Schöpfung, erklären können. Jetzt trat diesem metaphysischen Creatismus der physikalische Evolutismus gegenüber. Lamarck erklärte die langsame und allmähliche Umbildung der organischen Arten durch die Wechselwirkung von zwei physiologischen Functionen, Anpassung und Vererbung. Die Anpassung (Veränderung der Organe durch Uebung) beruht auf ihrer Fortbildung durch Gebrauch, Rückbildung durch Nichtgebrauch; die Vererbung bewirkt bei der Fortpflanzung die Uebertragung der neuen, so erworbenen Eigenschaften auf die Nachkommen. Neue Arten entstehen aus den alten Species auf dem physiologischen Wege der Transmutation. Daß dieser große Gedanke ein halbes Jahrhundert hindurch übersehen wurde, nimmt ihm nichts von seiner fundamentalen Bedeutung. Er gelangte zu allgemeiner Geltung erst seit 1859, nachdem ihm Charles Darwin den Selections-Gedanken zugefügt und damit seine causale Lücke ausgefüllt hatte. Ganz abgesehen von diesem eigentlichen Darwinismus (— gleichviel ob er wahr ist oder nicht —), hat sich jetzt der Grundgedanke des Transformismus allgemein Geltung errungen; er wird heute sogar von vielen Metaphysikern anerkannt, die ihn noch vor 30 Jahren lebhaft bekämpften. Denn die Thatsache der fortschreitenden Umbildung der Arten ist nur verständlich durch Lamarck's Theorie, daß die jetzt lebenden Arten die umgebildeten Descendenten von früheren verschiedenen Arten sind. Trotzdem zahlreiche Autoritäten diese Descendenz-Theorie mit so vielem Aufwand von Gelehrsamkeit und Beredsamkeit bekämpft

haben, ist doch keiner im stande gewesen, sie zu widerlegen oder irgend eine brauchbare Entwickelungs-Theorie an ihre Stelle zu setzen. Das gilt namentlich auch von ihrem wichtigsten Folgeschluß, der Abstammung des Menschen von einer Reihe anderer Säugethiere (zunächst Primaten).

Selections-Theorie (Darwinismus). Der unschätzbare Werth, den die Zuchtwahllehre von Charles Darwin (1859) für die monistische Biologie besitzt, ist gegenwärtig von den meisten sachkundigen und unbefangenen Vertretern der wissenschaftlichen Lebenskunde anerkannt. Im Laufe der 44 Jahre, seitdem dieser eigentliche Darwinismus Eingang in alle Gebiete der Biologie gefunden hat, ist er in mehr als hundert größeren Werken und in vielen tausend Abhandlungen zur Erklärung der biologischen Erscheinungen erfolgreich verwerthet worden; damit allein schon ist seine fundamentale Bedeutung festgestellt. Daher zeugt es von gründlicher Unkenntniß der Sachlage und der Literatur, wenn neuerdings vielfach behauptet wird, der Darwinismus sei im starken Rückgang begriffen, oder gar: „er sei todt und begraben". Indessen gewinnen solche absurde Schriften (— wie z. B. von Dennert, „Am Sterbelager des Darwinismus" —) dadurch praktische Bedeutung, daß sie dem herrschenden Wunderglauben der Theologie und Metaphysik sehr willkommen sind. Leider gelangen sie scheinbar dadurch zur Geltung, daß selbst einzelne Biologen die Selections-Theorie hartnäckig bekämpfen. Unter diesen zeichnet sich namentlich Hans Driesch durch die Maßlosigkeit seiner Angriffe aus; er behauptet, daß alle Darwinisten (— also die große Mehrzahl der modernen Biologen! —) an Gehirnerweichung leiden, und daß der Darwinismus (gleich der Hegel'schen Philosophie!) die Nasführung einer ganzen Generation bedeute. Die Anmaßung dieses eitlen, von Größenwahn befangenen Schriftstellers steht auf gleicher Stufe mit der Unklarheit seiner biologischen Anschauungen, deren Wirrwarr durch metaphysische Speculationen wunderbarster Art verdeckt wird. Diesen und anderen Angriffen ist neuerdings Plate in seiner Abhandlung „Ueber die Bedeutung des Darwin'schen Selections-Princips und Probleme der Artbildung" (2. Aufl. 1903) erfolgreich entgegengetreten. Die eingehendste neuere Begründung des Darwinismus hat August Weismann in seinen lehrreichen „Vorträgen über Descendenz-Theorie" (1902) und in vielen anderen Schriften gegeben. Jedoch geht dieser ausgezeichnete

Zoologe zu weit, indem er die „Allmacht" der Selection zu beweisen sucht und sie auf seine unhaltbare Molecular-Hypothese stützen will, die „Keimplasma-Theorie", die wir nachher besprechen werden. Wenn wir von diesen und anderen Uebertreibungen des Hyper-Darwinismus absehen, so können wir trotzdem mit Weismann behaupten, daß die Descendenz-Theorie von Lamarck erst durch die Selections-Theorie von Darwin ihre causale Begründung erfahren habe. Die realen Grundlagen der letzteren liefern drei Erscheinungen: 1. die Vererbung, 2. die Anpassung (Variation), 3. der Kampf um's Dasein. Alle drei Factoren sind, wie ich schon oft ausgeführt habe, rein mechanischer, nicht teleologischer Natur: die Vererbung hängt mit der physiologischen Function der Fortpflanzung eben so eng zusammen wie die Anpassung mit der Ernährung; und der Kampf um's Dasein folgt logisch mit mathematischer Nothwendigkeit aus dem Mißverhältniß zwischen der Zahl der potentiellen Individuen (Keime) und der actuellen Individuen, die reif werden und die Art fortpflanzen.

Idioplasma-Theorie. Nachdem ich 1866 in meiner „Generellen Morphologie" den ersten Versuch gemacht hatte, der Selections-Theorie Darwin's Bahn zu brechen und die Entwickelungslehre als umfassende Theorie vom Standpunkte der monistischen Philosophie darzustellen, erschienen zahlreiche und zum Theil werthvolle Arbeiten, die einzelne Theile dieses unermeßlichen Forschungsgebietes näher beleuchteten und dem causalen Verständniß erschlossen. Aber erst 18 Jahre später erschien ein größeres Werk, das von denselben monistischen Principien ausgehend, aber auf anderen Wegen demselben hohen Ziele zustrebte. 1884 veröffentlichte Carl Naegeli, einer unserer kenntnißreichsten und scharfsinnigsten Botaniker, seine „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre". Dieses interessante Buch besteht aus sehr verschiedenen Theilen; vor Allen ist zu erwähnen, daß darin die Abstammungslehre als die einzig mögliche und natürliche Theorie von der Entstehung der Arten anerkannt und dargestellt wird; auch werden Morphologie und Systematik ausdrücklich als „phylogenetische Wissenschaften" behandelt; ferner gehört das Kapitel über Urzeugung — ein dunkles und gefährliches Problem, das von den meisten Naturforschern am liebsten gemieden wird! — zu dem Besten, was über diese wichtige Frage je geschrieben wurde. Dagegen verwirft Naegeli die Selections-Theorie Darwin's ganz und läßt die Entstehung der Arten durch eine

innere, „bestimmt gerichtete Variation“ unabhängig von den Existenz-Bedingungen der Außenwelt entstehen. Wie schon Weismann richtig bemerkt hat, ist dieses innere treibende Entwickelungs-Princip, das die Anpassung im eigentlichen Sinne leugnet, im Grunde nichts Anderes als eine „phyletische Lebenskraft“; sie wird uns dadurch nicht annehmbar, daß Naegeli zu ihrer Stützung ein fein durchdachtes metaphysisches System aufbaut und ein besonderes „Princip der Isagität“ annimmt. Die damit verknüpfte Idioplasma-Theorie aber ist insofern werthvoll, als darin die Sonderung des Zellplasma in zwei physiologisch verschiedene Theile näher begründet wird, das Idioplasma als Erbmasse und das Trophoplasma als Nährmasse der Zelle.

Phyletische Lebenskraft. Die vitalistische und teleologische Vorstellung von einem inneren Entwickelungs-Princip, das, unabhängig von der Außenwelt und ihren Existenz-Bedingungen, die Entstehung der Thier- und Pflanzen-Arten bestimmt, ist nicht nur in der „mechanisch-physiologischen“ Abstammungslehre von Naegeli enthalten, sondern auch in vielen anderen Versuchen, die Gründe der Species-Transformation zu enträthseln. Alle diese Versuche sind der herrschenden Schul-Philosophie willkommen, die auf den dualistischen Principien von Kant beruht (— rechts Mechanik, links Teleologie! —), und die vor Allem den übernatürlichen Zweck zu retten sucht, die „kosmische Intelligenz“ von Reinke, oder was dasselbe ist, die „Weisheit des Schöpfers“ (eines Dr. ing. ersten Grades!) oder die Schöpfungsgedanken Gottes (Agassiz). Alle diese dualistischen und teleologischen Versuche leiden an demselben Fehler, daß sie den ungeheuren Einfluß übersehen oder gering schätzen, den die Außenwelt mit ihren Existenz-Bedingungen auf die Gestaltung und Umbildung der Organismen ausübt. Besonders wenn sie die progressive Vererbung und ihre Verknüpfung mit der functionellen Anpassung leugnen, verlieren sie den wichtigsten Factor der Transformation. Das gilt auch von der „Keimplasma-Theorie“.

Keimplasma-Theorie (Weismann). Der Wunsch, tiefer in die geheimnißvollen Vorgänge einzudringen, die im Plasma bei den physiologischen Vorgängen der Vererbung und Anpassung thätig sind, hat zur Aufstellung einer Anzahl von Molecular-Theorien geführt; die wichtigsten von diesen sind die Pangenesis von Darwin (1878), die Perigenesis von mir (1876), die Idioplasma-Theorie von Naegeli (1884), die Keimplasma-Theorie von Weismann (1885),

die Mutations-Theorie von de Vries u. A. Da ich dieselben bereits oben (S. 154) und im 9. Vortrage der „Natürl. Schöpfungsgeschichte“ besprochen habe, kann ich hier darauf verweisen. Keiner von diesen und anderen ähnlichen Versuchen hat die schwierigen, hier vorliegenden Probleme vollkommen gelöst, und keiner hat sich allgemeine Anerkennung errungen. Nur auf einen derselben muß ich hier nochmals eingehen, weil er nicht nur von vielen Biologen als der wichtigste Fortschritt der Selections-Theorie seit Darwin begrüßt worden ist, sondern auch mehrere der wichtigsten Probleme der Biogenie an der Wurzel berührt. Das ist die vielbesprochene Keimplasma-Theorie von August Weismann (in Freiburg), einem unserer tüchtigsten Zoologen. Derselbe hat nicht nur durch zahlreiche ausgezeichnete Arbeiten die Descendenz-Theorie nach verschiedenen Richtungen seit 30 Jahren vielfach gefördert, sondern auch namentlich die hohe Bedeutung und volle Berechtigung der Selections-Theorie in ihr volles Licht gestellt. Allein im Bestreben, derselben eine molecular-physiologische Grundlage zu geben, ist er durch weitgehende metaphysische Speculationen zu einer unhaltbaren Plasma-Theorie gekommen. Trotz aller Anerkennung des Scharfsinns und der Consequenz, sowie der bestechenden Darstellung, die Weismann darauf verwendet hat, muß ich derselben doch hier nochmals (wie schon früher) principiell entgegentreten. Die gründlichste neuere Widerlegung hat Max Kassowitz (1902) in seiner „Allgemeinen Biologie“ gegeben, ferner Ludwig Plate in seiner erwähnten Schrift über das Darwin'sche Selections-Princip. Auf die complicirten Hypothesen vom Molecular-Bau des Plasma, die Weismann zur Stütze seiner Vererbungs-Theorie ersonnen hat, seine Lehre von den Biophoren, Determinanten, Iden u. s. w. brauchen wir hier nicht einzugehen, da sie weder theoretisch begründet noch praktisch verwerthbar sind. Um so mehr müssen wir hier eine ihrer wichtigsten Consequenzen bekämpfen. Jenem complicirten Hypothesen-Bau zu Liebe leugnet Weismann eines der wichtigsten Transmutations-Principien von Lamarck, nämlich die „Vererbung erworbener Eigenschaften“.

Progressive Vererbung. Als ich 1866 (im 19. Kap. der „Gen. Morphologie“) den ersten Versuch unternahm, die Erscheinungen der Vererbung und Anpassung in bestimmten „Gesetzen“ zu formuliren und diese übersichtlich in Reihen zu ordnen, unterschied ich zunächst die conservative und progressive Vererbung („Natürl. Schöpfungsgeschichte“,

9. Vortrag). Die conservative Heredität oder die „Vererbung ererbter Eigenschaften" überträgt die morphologischen und physiologischen Charaktere, die jedes Individuum von seinen Eltern erhalten hat, ebenso auf die weitere Nachkommenschaft. Hingegen überträgt die progressive Heredität oder die „Vererbung erworbener Eigenschaften" auch einen Teil derjenigen Charaktere auf die Nachkommen, die von den Eltern erst während ihres individuellen Lebens erworben wurden. Die wichtigsten von diesen sind diejenigen Eigenschaften, die durch die Thätigkeit der Organe selbst hervorgerufen werden; gesteigerter Gebrauch und Uebung der Organe ruft erhöhten Zufluß von Nahrung hervor und begünstigt deren Wachsthum; verminderter Gebrauch und Nichtübung bedingt umgekehrt Herabsetzung der Ernährung und des Wachsthums. Als nächstliegende Beispiele dafür erinnern wir nur an die Umbildung unserer Muskeln und Augen, an die Thätigkeit unserer Hände und Stimme beim Malen und Singen u. s. w. Hier wie in allen Künsten gilt das alte Sprichwort: „Uebung macht den Meister." Dasselbe gilt aber ganz allgemein für alle physiologische Thätigkeit des Plasma, sogar für seine höchste und erstaunlichste, das Denken; ebenso wie die Geschicklichkeit der Hände und Sinne, so wird auch das Gedächtniß und die Vernunftthätigkeit des Phronema geschärft durch die beständige Uebung der Zellen, die diese Organe zusammensetzen.

Schon der große Lamarck erkannte mit weitschauendem Blicke die hohe morphologische Bedeutung dieses physiologischen Gebrauchs der Organe und zweifelte nicht, daß die dadurch erzielte Umbildung der Körpertheile bis zu einem gewissen Grade durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen werden könne. Als ich 1866 diese Verhältnisse der directen Anpassung und der progressiven Vererbung eingehend erläuterte, wies ich namentlich auf das besondere „Gesetz der gehäuften oder cumulativen Anpassung" hin („Gener. Morphol." II, S. 208): „Alle Organismen erleiden bedeutende und bleibende (chemische, morphologische und physiologische) Abänderungen, wenn eine an sich unbedeutende Veränderung in den Existenz-Bedingungen lange Zeit hindurch oder zu vielen Malen wiederholt auf sie einwirkt." Dabei betonte ich besonders, daß zwei hierher gehörige Gruppen von Erscheinungen eng zusammengehören, die häufig getrennt werden, nämlich die gehäufte Anpassung: erstens äußerlich durch die Wirkungen äußerer Existenz-Bedingungen (Nahrung, Klima, Um-

gebung u. s. w.); und zweitens **innerlich** durch die Reaction des Organismus, die Wirkungen innerer Existenz-Bedingungen (Gewohnheit, Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe u. s. w.). Die Action des äußeren Einflusses (Energie von Licht, Wärme, Elektricität, Druck u. s. w.) ruft nicht allein die Reaction des betroffenen Organismus hervor (Energie der Bewegung, Empfindung, Chemose u. s. w.), sondern sie wirkt namentlich als trophischer Reiz auf dessen Ernährung und Wachsthum ein. Dieses letztere Moment hat später namentlich **Wilhelm Roux** mit Recht betont; seine functionelle Anpassung (1881) fällt zusammen mit meiner cumulativen Anpassung, deren nahe Beziehung zur correlativen Anpassung (Wechselbeziehung der Bildung, Correlation der Theile) ich auch damals schon (1866) hervorgehoben hatte. **Plate** hat neuerdings diese „bestimmt gerichtete Variation" als ectogene Orthogenese oder kurz **Ectogenese** bezeichnet (l. c. 1903, S. 184).

Der Kampf um die progressive Vererbung wogt noch gegenwärtig unentschieden hin und her. **Weismann** leugnet dieselbe vollständig, weil er sie nicht mit seiner „Keimplasma-Theorie" vereinbaren kann und weil nach seiner Ansicht experimentelle Beweise dafür fehlen. Zahlreiche und namhafte Biologen haben sich ihm angeschlossen, bestochen durch seine geistreiche Argumentation. Dabei legen Viele thörichter Weise großes Gewicht auf Vererbungs-Experimente, die gar nichts beweisen; z. B. darauf, daß Verstümmelungen (Mangel des Schwanzes bei geschwänzten Säugethieren, denen er abgeschnitten wurde, und dergl.) auf deren Nachkommen nicht vererbt werden. Zuverlässige neuere Beobachtungen scheinen zu beweisen, daß in einzelnen Fällen auch solche Defecte (— wenn sie tiefgreifende und lange anhaltende Erkrankungen des betroffenen Körpertheils zur Folge hatten —) durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen werden können. Aber für die Entstehung neuer Arten (durch Orthogenese) ist diese Thatsache ziemlich gleichgültig; für diese kommt es auf die Vererbung von cumulativen oder functionellen Anpassungen an. Experimentelle Beweise dafür sind schwer zu liefern, wenn man dafür unanfechtbar strenge Beweiskraft im Sinne physikalischer Experimente verlangt; die biologischen Bedingungen dafür sind meist viel zu verwickelt und bieten scharfer Kritik zu viele Blößen. Die schönen Versuche von **Standfuß** und **E. Fischer** (Zürich) haben gelehrt, daß Veränderungen in den äußeren Existenz-Bedingungen (Temperatur und Er-

nährung) auffällige Umbildungen hervorrufen können, die sich auf die Nachkommen vererben. Indessen findet die progressive Vererbung eine unbegrenzte Fülle von einleuchtenden Beweisen in dem ungeheuren Arsenal der Morphologie, der vergleichenden Anatomie und Ontogenie.

Vergleichende Morphologie. Nicht allein für die progressive Vererbung, sondern auch für andere Fragen der Phylogenese, liefert uns die comparative Morphologie einen Schatz der werthvollsten Argumente; das gilt ebenso von der vergleichenden Anatomie, wie von der vergleichenden Ontogenie. Ich habe in der kürzlich erschienenen 5. Auflage meiner „Anthropogenie" zahlreiche solche Beweismittel zusammengestellt und durch Abbildungen illustrirt. Für das richtige Verständniß und die volle Würdigung derselben ist allerdings erforderlich, daß der Leser die Methode der kritischen Vergleichung kennt und richtig anzuwenden weiß. Dazu gehört nicht allein eine ausgedehnte Kenntniß der Anatomie, Ontogenie und Systematik, sondern auch Uebung in morphologischem Urtheilen und Denken. Diese Vorbedingungen fehlen aber zahlreichen modernen Biologen und namentlich jenen „exacten" Beobachtern, die irrthümlich glauben, durch die genaueste Beschreibung einzelner Detail-Verhältnisse mikroskopischer Structuren u. s. w. das Verständniß für große umfassende Erscheinungsgruppen gewinnen zu können. Viele angesehene Zellenforscher, Histologen und Embryologen haben durch exclusive Vertiefung in solches Detail-Studium den Blick für das große Ganze ihrer Aufgabe völlig verloren; sie lehnen sogar die Grundbegriffe der vergleichenden Anatomie, z. B. den Unterschied von Homologie und Analogie, ab; Wilhelm His z. B. erklärte solche „Schulbegriffe" für „unzuverlässiges Rüstzeug". Dagegen sollen physiologische Experimente zur Lösung morphologischer Probleme beitragen, über die sie nichts aussagen können. Um den unschätzbaren Werth der vergleichenden Anatomie für die Phylogenie richtig zu würdigen, mag hier nur an eines ihrer ergiebigsten Gebiete erinnert werden, an das Skelett der Wirbelthiere, die Ver-

gleichung ihrer mannigfachen Formen des Schädels, der Wirbelsäule, der Gliedmaßen u. s. w. Nicht umsonst haben seit mehr als hundert Jahren viele der geistreichsten Naturforscher, von Goethe und Cuvier bis auf Huxley und Gegenbaur, viele Jahre mühsamer Arbeit auf die methodische Vergleichung dieser ähnlichen und doch ungleichen Formen verwandt; sie sind belohnt worden durch die Erkenntniß gemeinsamer Bildungsgesetze, die im Sinne der modernen Entwickelungslehre nur durch Descendenz von gemeinsamen einfachen Stammformen erklärt werden können.

Als schlagendes Beispiel dafür mag nur an die Gliedmaßen der Säugethiere erinnert werden, die bei gleichem inneren Skelettbau die größte Mannigfaltigkeit der äußeren Gestaltung zeigen, die schlanken Beine der laufenden Raubthiere und Hufthiere, die Ruderbeine der Walthiere und Seehunde, die Grabschaufeln der Maulwürfe und Wühlmäuse, die Flügel der Fledermäuse, die Kletterbeine der Affen und die differenzirten Gliedmaßen des Menschen. Alle diese verschiedenen Skelettformen sind aus derselben gemeinsamen Stammform der ältesten Trias-Mammalien entstanden; ihre verschiedene Form und Structur ist auf das Mannigfaltigste den differenten Thätigkeiten angepaßt; aber ihre Entstehung durch diese Functionen, alle diese functionellen Anpassungen werden nur begreiflich durch progressive Vererbung. Die Keimplasma-Theorie liefert dafür keinerlei causale Erklärung.

Keimplasma und Erbmasse. Die Mehrzahl der neueren Biologen hält an der Ueberzeugung fest, daß von den beiden Hauptbestandtheilen der kernhaltigen Zelle das Cytoplasma des Zellenleibes die Thätigkeit der Ernährung und Anpassung, hingegen das Karyoplasma des Zellkerns die Function der Fortpflanzung und Vererbung besorgt. Diese Ansicht hatte ich zuerst (1866) im 9. Kapitel der „Gen. Morphologie" (Bd. II, S. 288) ausgesprochen; sie fand später (1875) ihre genauere empirische Begründung durch die ausgezeichneten Untersuchungen von Eduard Strasburger, den Gebrüdern Oscar und Richard Hertwig u. A. Die ver-

wickelten feineren Verhältnisse, welche die Forscher bei der Zelltheilung aufdeckten, führten zu der Annahme, daß der färbbare Bestandtheil des Zellkerns, das Chromatin, die eigentliche „Erbmasse“ sei, das materielle Substrat der „Vererbungs-Energie“. Weismann fügte nun zu dieser Erkenntniß die Annahme, daß dieses Keimplasma vollkommen von den übrigen Substanzen der Zelle gesondert lebe, und daß letztere (— das Somaplasma —) die durch Anpassung erworbenen neuen Eigenschaften nicht auf das Keimplasma übertragen können; gerade auf dieser Annahme beruht seine Opposition gegen die progressive Vererbung. Die Vertheidiger der letzteren, zu denen ich gehöre, nehmen jene absolute Trennung von Keimplasma und Körperplasma nicht an; wir sind der Ansicht, daß schon beim Vorgange der Zelltheilung selbst im einzelligen Organismus eine theilweise Mischung beider Plasma-Arten eintritt (Karyolyse!), und daß auch im vielzelligen Organismus der Histonen der einheitliche Zusammenhang aller Zellen durch ihre Plasmabänder (Plasmodesmen) hinreichende Möglichkeit bietet, daß alle Körperzellen auf das Keimplasma der Keimzellen einwirken können. Wie diese Einwirkung durch den Molecular-Bau des Plasma zu erklären ist, hat Max Kassowitz gezeigt.

Mutations-Theorie. Im Beginn des 20. Jahrhunderts hat eine neue biologische Theorie großes Aufsehen erregt, die von den Einen als eine experimentelle Widerlegung von Darwin's Selections-Theorie, von den Anderen als eine werthvolle Ergänzung derselben begrüßt worden ist. Der ausgezeichnete Botaniker Hugo de Vries (in Amsterdam) hielt 1901 auf der Naturforscher-Versammlung in Hamburg einen interessanten Vortrag über „Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten“. Gestützt auf vieljährige Züchtungsversuche und sinnreiche Speculationen, glaubt derselbe einen neuen Modus der Species-Transformation, eine sprungweise plötzliche Umbildung der Artform entdeckt und damit die Lehre Darwin's von der allmählichen, sehr lange Zeiträume erfordernden Artverwandlung widerlegt zu haben. In einem

größeren Werke über „Versuche und Beobachtungen über die Entstehung der Arten im Pflanzenreiche" (1903) hat de Vries sodann seine Mutations-Theorie ausführlich zu begründen versucht. Der lebhafte Beifall, den dieselbe bei vielen hervorragenden Botanikern und namentlich Pflanzen-Physiologen gefunden hat, ist von Seiten der Zoologen nicht getheilt worden. Von diesen haben sich neuerdings namentlich Weismann in seinen Vorträgen über Descendenz-Theorie (1902, II, S. 358) und Plate in seinen „Problemen der Artbildung" (1903, S. 174) ausführlich über die Mutations-Theorie ausgesprochen und bei aller Anerkennung der interessanten Beobachtungen und Experimente von de Vries doch seine darauf gebaute Theorie der Species-Entstehung abgelehnt. Da ich dasselbe Urtheil darüber gewonnen habe, kann ich diejenigen Leser, die sich näher für diese schwierigen Probleme interessiren, auf jene Schriften verweisen und beschränke mich hier kurz auf folgende Bemerkungen. Die Hauptschwäche der Mutations-Theorie von de Vries liegt auf logischem Gebiete, in seiner dogmatischen Unterscheidung von Species und Varietät, Mutation und Variation. Wenn er die Constanz der Arten als fundamentale „Beobachtungsthatsache" hinstellt, so ist zu bemerken, daß diese (relative!) Beständigkeit der Artform in den verschiedenen Klassen sich sehr verschieden verhält; in manchen Klassen (z. B. Insekten, Vögeln, bei vielen Orchideen und Gramineen) kann man Tausende von Individuen einer Art untersuchen, ohne individuelle Unterschiede wahrzunehmen; in anderen Klassen (z. B. Spongien, Korallen, in den Gattungen Rubus und Hieracium) ist die Variabilität so groß, daß die Systematiker daran verzweifeln, feste Arten zu unterscheiden. Der scharfe Unterschied zwischen verschiedenen Formen der Variabilität, den de Vries aufstellt, läßt sich nicht durchführen; die fluctuirenden Variationen (die bedeutungslos sein sollen), sind von den sprungweisen Mutationen (aus denen plötzlich neue Species entstehen sollen) nicht scharf zu trennen. Die Mutationen von de Vries (die ich 1866 in der „Gen. Morphologie" II, S. 204 als

„monströse Abänderungen" von den übrigen Formen der Variationen getrennt habe, sind nicht mit den gleichnamigen paläontologischen Mutationen von Waagen (1869) und Scott (1894) zu verwechseln. Die plötzlichen und auffallenden Habitus-Aenderungen, wie sie de Vries nur an einer einzigen Art von Oenothera beobachtete, kommen an sich sehr selten vor und können nicht als die gewöhnlichen Anfänge zur Bildung neuer Species angesehen werden. Es war eine seltsame Ironie des Zufalls, daß jene einzige Pflanzenart den Namen Oenothera Lamarckiana führte; die Ansichten des großen Lamarck über den gewaltigen Einfluß der functionellen Anpassung sind durch de Vries nicht widerlegt worden. Uebrigens ist ganz besonders hervorzuheben, daß derselbe von Lamarck's Descendenz-Theorie ebenso fest überzeugt ist, als alle urtheilsfähigen Biologen der Gegenwart. Das ist besonders deshalb zu betonen, weil neuere Metaphysiker in jeder angeblichen Widerlegung des „Darwinismus" den Tod des ganzen Transformismus und der Entwickelungslehre überhaupt erblicken. Wenn sie sich dabei auf dessen wüthendste Gegner, namentlich Dennert, Driesch und Fleischmann, berufen, so mag daran erinnert werden, daß die seltsamen Predigten solcher unzurechnungsfähiger Sophisten von keinem sachkundigen und urtheilsfähigen Naturforscher mehr ernst genommen werden.

Zoologischer und Botanischer Transformismus. Nicht nur in den geistreichen Speculationen von de Vries und Naegeli, sondern auch in vielen anderen botanischen Abhandlungen, die neuerdings die Descendenz-Theorie zu fördern suchen, offenbart sich ein auffälliger Unterschied in der Beurtheilung vieler allgemeiner biologischer Probleme, gegenüber den jetzt herrschenden Anschauungen der Zoologen. Diese Differenz rührt natürlich nicht von einer Verschiedenheit der geistigen Capacität in den beiden großen und verbündeten Heerlagern der Biologie her, sondern von den vielfach verschiedenen Erscheinungsformen, die einerseits das Pflanzenleben, anderseits das Thierleben dem Beobachter darbietet. Da ist in

erster Linie hervorzuheben, daß der Organismus der höheren Thiere (zu dem ja auch unser eigener menschlicher Körper gehört) in seinen einzelnen Organen viel mannigfaltiger differenzirt ist und unserem unmittelbaren Verständniß viel näher liegt als derjenige der höheren Pflanzen. Die wichtigsten Eigenschaften und Thätigkeiten unserer Muskeln und Skelettheile, Nerven und Sinnesorgane werden uns ohne Weiteres verständlich durch die vergleichende Anatomie und Physiologie. Viel schwieriger ist die Erkenntniß der ähnlichen Erscheinungen in dem Körper der höheren Pflanzen. Auch sind die Verhältnisse der unzähligen Elementar-Organe in der Zellen-Monarchie des höheren Thierkörpers einerseits viel verwickelter, anderseits aber auch viel verständlicher, als in der Zellen-Republik des höheren Pflanzenkörpers. Sodann stößt die Stammesgeschichte der Pflanzen auf viel größere Schwierigkeiten als diejenige der Thiere; die Keimesgeschichte der ersteren sagt darüber im Einzelnen viel weniger aus als die der letzteren. So erklärt es sich auch, daß das Biogenetische Grundgesetz von den Botanikern nicht so allgemein anerkannt wird, wie von den Zoologen. Die Paläontologie, die für viele Gruppen des Thierreichs so werthvolles Petrefacten-Material bietet, daß wir darauf hin ihren Stammbaum mehr oder weniger annähernd ergründen können, bietet für die meisten Gruppen des Pflanzenreichs noch sehr wenig. Auf der anderen Seite ist wieder die große, räumlich scharf abgegrenzte Pflanzenzelle mit ihren einzelnen Organellen für manche Probleme viel werthvoller, als die kleine Thierzelle. Auch für viele physiologische Aufgaben ist der höhere Pflanzenkörper leichter den exacten, physikalischen und chemischen Forschungen zugänglich, als der höhere Thierkörper. Weniger groß ist dieser Gegensatz im Protisten-Reiche, da im Gebiete der einzelligen Lebensformen der Unterschied des animalen und vegetalen Lebens sich größtentheils auf den Gegensatz des Stoffwechsels beschränkt und zuletzt ganz verwischt. Für eine unbefangene und klare Beurtheilung der großen biologischen Probleme und namentlich der Phylogenese ist es daher wichtig, die Ergebnisse

der zoologischen und botanischen Forschung vereinigt im Auge zu behalten. Die beiden großen Begründer der Descendenz-Theorie, Lamarck und Darwin, konnten deshalb so tief in die Geheimnisse des organischen Lebens und seiner Entwickelung eindringen, weil Beide sowohl in der Pflanzenkunde als auch in der Thierkunde die ausgedehntesten Kenntnisse besaßen.

Neolamarckismus und Neodarwinismus. Unter den verschiedenen Richtungen, welche neuerdings die Zoologen und Botaniker in der Fortbildung der Descendenz-Theorie eingeschlagen haben, werden vielfach als zwei entgegengesetzte Schulen Neolamarckismus und Neodarwinismus unterschieden. Diese Gegenüberstellung hat nur dann einen Sinn, wenn man darunter die Alternative des Transformismus versteht: ohne oder mit Selections-Theorie. Denn dasjenige Princip, das allein den echten Darwinismus von dem älteren Lamarckismus unterscheidet, ist der „Kampf ums Dasein" und die darauf gegründete Zuchtwahl-Theorie. Dagegen ist es ganz unzulässig, jenen Gegensatz auf die Anerkennung oder Leugnung der progressiven Vererbung zu begründen. Darwin war von der hohen Bedeutung der „Vererbung erworbener Eigenschaften" und insbesondere von der Erblichkeit functioneller Anpassungen eben so fest überzeugt, wie Lamarck und wie ich selbst; er schrieb ihr nur einen beschränkteren Wirkungskreis zu, als Lamarck. Weismann hingegen leugnet die progressive Vererbung ganz und will Alles auf Selection zurückführen, auf die „Allmacht der natürlichen Züchtung". Wenn diese Ansicht von Weismann und seine darauf gegründete Keimplasma-Theorie wirklich richtig sind, dann gebührt ihm allein die Ehre, eine ganz neue (und nach seiner Ueberzeugung höchst fruchtbare) Richtung des Transformismus begründet zu haben. Es ist aber ganz falsch, diesen Weismannismus, wie namentlich in England geschieht, als Neodarwinismus zu bezeichnen. Ebenso wenig darf man auch Naegeli, de Vries und andere moderne Biologen, welche die Selection leugnen, deshalb als Neolamarckisten bezeichnen.

Aufgaben der Stammesgeschichte. Wenn die Descendenz-Theorie richtig ist, wie jetzt alle competenten Biologen einstimmig annehmen, dann stellt sie der Morphologie die Aufgabe, für jede einzelne Lebensform ihren Ursprung annähernd zu ermitteln. Sie muß versuchen, die heute bestehende Organisation jedes Lebewesens aus der Vergangenheit zu erklären und in der Gestaltenreihe seiner Ahnenkette die Ursachen ihrer Umbildung zu erkennen. Diese schwierige Aufgabe habe ich selbst zuerst in Angriff genommen, indem ich in meiner „Allgemeinen Entwickelungsgeschichte" (im zweiten Bande der „Generellen Morphologie") die Stammesgeschichte oder Phylogenie als selbständige historische Naturwissenschaft begründete. Neben sie stellte ich als zweiten, gleichberechtigten Theil die Keimesgeschichte oder Ontogenie, die bis dahin allein als „Entwickelungsgeschichte" gegolten hatte; ich faßte unter diesem Begriff die gesammte individuelle Entwickelungsgeschichte zusammen, die Embryologie und die Metamorphologie. Die Ontogenie genießt die Vorzüge (namentlich die Sicherheit) einer rein descriptiven Wissenschaft, wenn sie sich auf die getreue Beschreibung der unmittelbar zu beobachtenden Erscheinungen beschränkt, sowohl der Keimungs-Processe in der Embryologie, als der Verwandelungs-Vorgänge in der Metamorphosen-Lehre. Viel schwieriger ist die Aufgabe der Phylogenie; denn sie muß längst verschwundene Vorgänge aus nur theilweise bekannten Quellen entziffern und darf diese Urkunden nur mit größter Vorsicht vergleichend benutzen.

Urkunden der Stammesgeschichte. Als die werthvollsten Urkunden der Phylogenie sind drei unschätzbare Quellen in den Vordergrund zu stellen: Paläontologie, vergleichende Anatomie und Ontogenie. Die Paläontologie erscheint zunächst als die sicherste Quelle, da sie uns in den Versteinerungen unmittelbar die „handgreiflichen Thatsachen" in die Hand giebt, die von der historischen Succession, von der zeitlichen Aufeinanderfolge der Arten im langen Verlaufe der organischen Erdgeschichte Zeugniß ablegen. Leider sind nur diese Petrefacten uns zum kleinsten Theil

und oft nur sehr unvollständig erhalten. Die zahlreichen Defecte oder „negativen Lücken“, die zwischen ihren „positiven Daten“ übrig bleiben, müssen daher durch die Ergebnisse von zwei anderen Quellen ausgefüllt werden, der vergleichenden Anatomie und Ontogenie. Ich habe den eingehenden Beweis dafür in den zwei Bänden meiner „Anthropogenie“ zu führen gesucht (V. Aufl., 1903). Da ich die allgemeinen Verhältnisse dieser phyletischen Quellenkunde auch im 16. Vortrage der „Natürl. Schöpf.“ erörtert habe, genügt es, hier nochmals zu betonen, daß nur die gleichmäßige Benutzung und kritische Verwerthung aller drei, sich gegenseitig ergänzenden Quellen zu einer befriedigenden Lösung der phylogenetischen Aufgaben führen kann. Freilich erfordert diese aber gründliche Kenntnisse in allen drei Gebieten, die leider nicht oft vereint zu finden sind. Die meisten Embryologen vernachlässigen ebenso die Paläontologie, wie die meisten Paläontologen die Embryologie; und die vergleichende Anatomie, als der schwierigste Theil der Morphologie, der die meisten Anforderungen an ausgedehnte Kenntnisse und kritisches Urtheil stellt, wird oft ebenso von Ersteren wie von Letzteren gemieden. Außer diesen drei Hauptquellen der Phylogenie liefert aber auch jeder andere Zweig der Biologie werthvolle Urkunden zu ihrer Begründung, so namentlich die Chorologie und Oekologie, ferner die Physiologie und Biochemie.

Phylogenie und Geologie. Obgleich die phylogenetischen Untersuchungen im Laufe der letzten dreißig Jahre sich sehr ausgedehnt und eine reiche Fülle der interessantesten Aufschlüsse ergeben haben, wird ihnen immer noch von vielen Naturforschern großes Mißtrauen entgegen gebracht; viele bestreiten sogar noch ihre wissenschaftliche Berechtigung überhaupt und behaupten, daß sie nur luftige und haltlose Hypothesen lieferten. Namentlich geschieht das von Seiten vieler Physiologen, denen das Experiment, und vieler Embryologen, denen die Beschreibung der Keimesgeschichte allein als exacte Forschungs-Methode gilt. Diesen skeptischen Anfechtungen gegenüber erinnern wir an die Geschichte und

die Bedeutung der Geologie. Niemand bestreitet heute mehr die hohe Bedeutung und vielseitige Anwendung dieser „Erdgeschichte“, trotzdem auch hier die directe Beobachtung der historischen Processe größtentheils ausgeschlossen ist. Kein Naturforscher zweifelt heute mehr, daß die drei mächtigen, über einander liegenden Gebirgsformationen des mesozoischen Zeitalters, Trias, Jura und Kreide, nach einander aus verdichtetem Meeresschlamm (Kalk, Sandstein, Thon) entstanden sind, obgleich Niemand deren Ablagerung direct beobachtet hat; und ebenso zweifelt heute Niemand mehr, daß die zahlreichen fossilen Skelette von Fischen und Reptilien, die sich in jenen Schichtengruppen versteinert finden, nicht räthselhafte „Naturspiele“, sondern die Ueberreste von ausgestorbenen Fischen und Reptilien sind, die während jener langen, Millionen Jahre hinter uns liegenden Perioden der Erdgeschichte jene Meere bevölkert haben. Wenn nun die vergleichende Anatomie uns den genealogischen Zusammenhang dieser „verwandten“ Formen nachweist und die Phylogenie, unterstützt durch die Ontogenie, den Stammbaum der zusammengehörigen Formengruppen construirt, so sind diese historischen Hypothesen ebenso sicher und ebenso berechtigt, wie die anerkannten Hypothesen der Geologie; nur sind die letzteren viel einfacher und daher leichter zu construiren als die ersteren. Phylogenie und Geologie sind eben der Natur der Sache nach wirklich historische Naturwissenschaften.

Phyletische Hypothesen. Wie in allen historischen Wissenschaften, so sind auch in der Phylogenie und Geologie, weil die empirischen Forschungsquellen stets unvollständig bleiben, Hypothesen unentbehrlich. Daß dieselben oft sehr schwach und hinfällig sind, oft bald durch stärkere und bessere ersetzt werden, thut ihrem Werthe keinen Abbruch; denn immer ist eine schwache Hypothese besser als gar keine. Wir müssen daher immer wieder der unbegründeten Hypothesen-Angst entgegen treten, die von den „exacten“ Vertretern der experimentellen und der descriptiven Naturwissenschaften gegen unsere phylogenetischen Methoden geltend

gemacht werden. Hinter dieser Hypothesen-Furcht verbirgt sich theils mangelhafte Kenntniß anderer Wissensgebiete, theils Unfähigkeit zu synthetischem Denken und schwaches Causalitäts-Bedürfniß. In welcher Selbsttäuschung sich dabei viele Naturforscher befinden, zeigt z. B. der Umstand, daß sie die Chemie als „exacte" Wissenschaft hochhalten; und doch hat kein Chemiker die Atome und Molecüle der Verbindungen gesehen, mit denen er täglich arbeitet, und ebenso wenig die complicirten Lagerungs-Verhältnisse, auf deren Annahme die ganze moderne Structur-Chemie beruht. Alle diese Hypothesen beruhen auf Vernunft-Schlüssen, nicht auf directen Beobachtungen.

Mechanik der Ontogenese. Die enge causale Beziehung, in der die Keimesgeschichte zur Stammesgeschichte steht, habe ich von Anfang an betont, seitdem ich im fünften Buche der „Generellen Morphologie" diese beiden Theile der Biogenie als gleichwerthige Wissenschaften neben einander stellte. Auch habe ich schon damals (1866) den mechanischen Charakter beider Disciplinen besonders hervorgehoben und mich bemüht, ihre morphologischen Erscheinungen physiologisch zu erklären. Bis dahin hatte die „Entwickelungsgeschichte", unter der man nur die Embryologie verstand, als eine rein descriptive Wissenschaft gegolten. Carl Ernst Baer, der 1828 in seiner klassischen „Entwickelungsgeschichte der Thiere" dieser Wissenschaft zuerst ein sicheres Fundament gegeben hatte, war zwar zu der Ueberzeugung gelangt, daß alle Erscheinungen der individuellen Entwickelung auf die Gesetze des Wachsthums zurückzuführen seien; allein die besondere Richtung dieses Wachsthums, seine „Zielstrebigkeit", die wahren Ursachen der Gestaltung, blieben ihm vollkommen verborgen. Der ausgezeichnete Würzburger Anatom Albert Kölliker, dessen „Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen" (1859) diese Wissenschaft zum ersten Male vom Standpunkte der Zellentheorie übersichtlich im Zusammenhang darstellte, blieb auch in der vierten Auflage desselben (1884) bei der Behauptung stehen: „daß die Entwickelungs-

gesetze der Organismen noch gänzlich unbekannt seien". Dieser allgemein herrschenden Ansicht gegenüber versuchte ich schon 1866 (l. c.) den Nachweis zu führen, daß Charles Darwin durch seine Reform der Descendenz-Theorie nicht allein das phylogenetische Räthsel von der Entstehung der Arten gelöst, sondern damit uns zugleich den Schlüssel in die Hand gegeben habe, die bis dahin verschlossenen Pforten der Embryologie zu öffnen und auch für die ontogenetischen Lebenswunder das causale Verständniß zu gewinnen. Diese Ueberzeugung formulirte ich im zwanzigsten Kapitel der „Generellen Morphologie" in 44 Ontogenetischen Thesen, von denen ich nur folgende drei hier anführe: „1. Die Entwickelung der Organismen ist ein physiologischer Proceß, welcher als solcher auf mechanisch wirkenden Ursachen, d. h. auf physikalisch-chemischen Bewegungen, beruht. — 40. Die Ontogenesis oder die Entwickelung des organischen Individuums ist unmittelbar bedingt durch die Phylogenesis oder die Entwickelung des organischen Stammes (Phylon), zu welchem dasselbe gehört. — 41. Die Ontogenesis ist die kurze und schnelle Rekapitulation der Phylogenesis, bedingt durch die physiologischen Functionen der Vererbung und Anpassung." In diesen und den übrigen „Thesen von dem Causalnexus der biontischen und der phyletischen Entwickelung" (l. c. S. 300) ist der Kern meines Biogenetischen Grundsatzes enthalten. Zugleich ist darin mit genügender Deutlichkeit ausgesprochen, daß ich den physikalischen Proceß der Ontogenese ebenso wie den der Phylogenese auf reine Mechanik des Plasma (im Sinne der kritischen Philosophie!) zurückführe.

Biogenetisches Grundgesetz. Das umfassende „Grundgesetz der organischen Entwickelung", das ich 1866 im fünften Buche der „Generellen Morphologie" aufgestellt und 1868 im 10. Vortrage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" kurz erläutert hatte (weiter ausgeführt im 14. Vortrage der zehnten Auflage, 1902), habe ich später auf zwei verschiedenen Wegen eingehend

zu begründen gesucht. Erstens habe ich in meinen „Studien zur Gastraea-Theorie" (1872—1877) nachgewiesen, daß bei sämmtlichen Gewebthieren, von den niedersten Spongien und Polypen bis zu den höchsten Gliederthieren und Wirbelthieren hinauf, der vielzellige Organismus sich aus einer und derselben ursprünglichen Keimform (Gastrula) entwickelt und daß diese die ontogenetische, durch Vererbung bedingte Wiederholung einer entsprechenden Stammform (Gastraea) ist. Zweitens habe ich in meiner „Anthropogenie" (1874) den ersten Versuch gemacht, diese „Recapitulations-Theorie" am Beispiele unseres eigenen menschlichen Organismus eingehend zu prüfen, und zwar in der Weise, daß ich sowohl am ganzen Körper als an jedem einzelnen Organ-Systeme die verwickelten Vorgänge der individuellen Ausbildung durch die causale Beziehung zur Stammesgeschichte unserer thierischen Ahnenreihe zu erklären mich bemühte. In der neuesten (fünften) Auflage dieser monistischen „Entwickelungsgeschichte des Menschen" habe ich jene complicirten Verhältnisse durch zahlreiche Abbildungen (30 Tafeln und 500 Textfiguren) illustrirt und zugleich durch Beigabe von 60 genetischen Tabellen auch dem Verständnisse gebildeter Laien näher zu bringen gesucht. Indem ich auf diese Schriften verweise, kann ich hier auf eine weitere Erörterung meines Biogenetischen Grundgesetzes verzichten, um so mehr, als neuerdings einer meiner Schüler, Dr. Heinrich Schmidt (Jena), in einer sehr klar geschriebenen Broschüre sowohl seine biologische Bedeutung, als auch seine Vorgeschichte und seinen gegenwärtigen Stand unbefangen und wahrheitsgemäß besprochen hat (Haeckel's Biogenetisches Grundgesetz und seine Gegner. Heft 5 der „Gemeinverständlichen Vorträge und Abhandlungen", herausgegeben von Wilhelm Breitenbach, Odenkirchen, 1902). Nur einige Worte der Aufklärung über den lebhaften Kampf, der sich seit 30 Jahren über die ganze oder halbe Anerkennung des „Biogenetischen Grundgesetzes", über seine empirische Begründung und seine philosophische Tragweite entsponnen hat, mögen hier noch eingefügt sein.

Vollgültigkeit des Biogenetischen Grundgesetzes. Schon in der Bezeichnung: „Grundgesetz", die ich absichtlich für meine Formulirung der „Recapitulations-Theorie" gewählt habe, ist der Anspruch eingeschlossen, daß dasselbe ganz allgemeine Gültigkeit besitzt. Jeder Organismus, von den einzelligen Protisten hinauf bis zu den Kryptogamen und Coelenterien, und von diesen hinauf bis zu den Blumenpflanzen und Wirbelthieren, wiederholt nach bestimmten Vererbungsgesetzen in seiner individuellen Entwicklung einen Theil seiner Stammesgeschichte. In dem Begriffe der Recapitulation liegt es schon, daß diese immer eine theilweise und abgekürzte Wiederholung des ursprünglichen phyletischen Entwickelungsganges ist, bedingt durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung. Die Vererbung bewirkt die Wiederholung gewisser Entwickelungs-Verhältnisse; die Anpassung hingegen die Abänderung der ersteren durch äußere Bedingungen der letzteren, ihre Abkürzung, Störung oder „Fälschung". Ich habe daher von Anfang an betont, daß mein Biogenetisches Grundgesetz aus zwei verschiedenen Theilen besteht, einem positiven, palingenetischen und einem beschränkend-negativen, caenogenetischen Theile. Die Palingenesis oder „Auszugsentwickelung" erzählt uns einen Theil der ursprünglichen Stammesgeschichte; die Caenogenesis oder „Störungsentwickelung" fälscht oder stört dies Bild in Folge nachträglich eingetretener Veränderungen des ursprünglichen Entwickelungsganges. Diese Unterscheidung ist von fundamentaler Wichtigkeit und kann nicht genug betont werden gegenüber den vielfachen Mißverständnissen der zahlreichen Gegner; sie wird sowohl von solchen übersehen, die dem „Grundgesetze" nur theilweise Geltung zugestehen (wie Plate und Steinmann), als von solchen, die es überhaupt verwerfen (wie Keibel und Hensen). Von letzteren ist der Embryologe Keibel deshalb bemerkenswerth, weil er selbst in sehr sorgfältigen descriptiv-embryologischen Arbeiten eine große Anzahl von Stützen für das Biogenetische Grundgesetz geliefert hat. Er hat dasselbe aber so wenig verstanden oder so flüchtig darüber nachgedacht, daß er nicht einmal den wichtigen Unterschied der Palingenie und Caenogenie begriffen hat.

Besonders zu bedauern ist, daß auch einer der angesehensten Embryologen, Oscar Hertwig in Berlin, der selbst vor 30 Jahren ausgezeichnete Untersuchungen zur Stützung des Biogenetischen Grundgesetzes geliefert hat, neuerdings zu den Gegnern desselben über-

gegangen ist; seine angebliche „Correctur“ oder Modification desselben läuft auf eine vollständige Preisgabe hinaus, wie Keibel richtig betont hat. Die Ursachen dieses Principienwechsels hat Heinrich Schmidt schon theilweise erörtert, in seiner Abhandlung über das Biogenetische Grundgesetz (1902, S. 84). Sie hängen zusammen mit der psychologischen Metamorphose, die Oscar Hertwig in Berlin vollzogen hat. In der Rede, die er 1900 auf der Naturforscher-Versammlung in Aachen über „die Entwickelung der Biologie im 19. Jahrhundert“ hielt, vertritt er thatsächlich die dualistischen Principien des Vitalismus (— obwohl er sie für „ebenso unberechtigt als die chemisch-physikalische Naturauffassung des entgegengesetzten Mechanismus“ erklärt! —). Auch die Anschauungen, die Oscar Hertwig neuerdings über die Werthlosigkeit des Darwinismus und die Unzulässigkeit phylogenetischer Hypothesen geäußert hat, stehen in diametralem Gegensatze zu den Ueberzeugungen, die er vor 25 Jahren in Jena vertrat, und zu denjenigen, die sein Bruder, Richard Hertwig in München, in seinem vortrefflichen Lehrbuche der Zoologie noch heute consequent vertritt.

Tectogenetische Ontogenie. In principiellem Gegensatze zu derjenigen Mechanik der Ontogenie, die ich 1866 aufgestellt und im Biogenetischen Grundgesetze ausgedrückt hatte, entwickelten sich später mehrere andere Richtungen der Embryologie, die unter der gemeinsamen Firma der „Entwickelungs-Mechanik“ die allerverschiedensten Ziele und Wege verfolgten. Am meisten bewundert wurden vor 30 Jahren die pseudomechanischen Theorien des Leipziger Anatomen Wilhelm His, der sich durch sehr genaue Beschreibungen und naturgetreue Abbildungen von Wirbelthier-Embryonen um die Ontogenie verdient gemacht hatte, aber für vergleichende Morphologie kein Verständniß besaß und daher zu den seltsamsten allgemeinen Anschauungen über das Wesen der organischen Entwickelung gelangte. In seinen „Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes“ (1868) und in vielen späteren Arbeiten glaubte His die complicirtesten ontogenetischen Erscheinungen direct und einfach physikalisch erklären zu können, indem er sie auf Elasticität, Krümmung, Faltenbildung der Keimanlagen u. s. w. zurückführte — unter ausdrücklicher Zurückweisung unserer phylogenetischen Methode; diese erklärt er für „einen weiten Umweg, dessen die ontogenetischen Thatsachen (als unmittelbare Folgen physiologischer Entwickelungs-Principien) zu ihrer Erklärung gar nicht bedürfen“. Thatsächlich spielte in diesen

pseudomechanischen oder tectogenetischen Theorien von His die Mutter Natur die Rolle einer geschickten Kleidermacherin, wie ich im dritten Vortrage der „Anthropogenie" nachgewiesen habe (S. 55—58); man hat sie deshalb auch scherzweise als Schneider-Theorien bezeichnet. Indessen blendeten sie doch viele Embryologen dadurch, daß sie die Aussicht auf eine directe, rein mechanische Erklärung der verwickelten Keimungs-Erscheinungen eröffneten. Obgleich die seltsamen „Schneider-Theorien" von His (die „Parablasten-Theorie, Briefcouvert-Theorie, Höllenlappen-Theorie" u. s. w.) anfangs viel bewundert, dann aber bald aufgegeben wurden, haben sie doch neuerdings vielfache Nachfolge in mehreren Richtungen der modernen „Entwickelungs-Mechanik" gefunden. (Vergl. „Anthropogenie", 5. Aufl., S. 55.)

Experimentelle Entwickelungslehre. Die großen Erfolge, die die moderne Experimental-Physiologie durch ausgedehnte Anwendung des physikalischen und chemischen Versuchs erzielte, erweckten die Hoffnung, gleich ausgiebige Ergebnisse mit Hülfe derselben „exacten" Methode auch auf dem Gebiete der Entwickelungsgeschichte zu ernten. Indessen ist deren Anwendung hier nur in sehr beschränktem Maße möglich, wegen der großen Verwickelung der vorliegenden historischen Erscheinungen und der Unmöglichkeit, historische Ereignisse überhaupt „exact" zu ergründen. Das gilt von beiden Zweigen der Entwickelungsgeschichte, ebenso wohl der individuellen als der phyletischen. Die meisten Versuche über Entstehung der Arten haben, wie schon oben bemerkt, nur einen sehr geringen Wert; und im Allgemeinen gilt das auch für embryologische Experimente. Indessen sind durch die letzteren, namentlich durch sinnreiche Versuche über die ersten Stadien der Ontogenese, doch mancherlei interessante Ergebnisse erzielt worden, besonders in Betreff der Physiologie und Pathologie des Embryo auf frühesten Stufen der Keimung. Das „Archiv für Entwickelungs-Mechanik", das der eifrigste Vertreter dieser Richtung, Wilhelm Roux, seit 1895 herausgiebt, enthält neben diesen werthvollen Untersuchungen eine bunte Sammlung der verschiedensten ontogenetischen Arbeiten, die theils auf das Biogenetische Grundgesetz sich stützen, theils dasselbe ignoriren oder bekämpfen (vergl. „Anthropogenie", 5. Aufl., S. 64).

Monismus und Biogenie. Von allen Gebieten der Biologie galten bisher als die schwierigsten für eine monistische Erklärung, hingegen als die stärksten Stützen des dualistischen Vitalismus, einer-

seits die Psychologie, anderseits die Biogenie. Beide Gebiete werden dem Monismus und der mechanisch-causalen Erklärung zugänglich durch das Biogenetische Grundgesetz. Denn die innige Wechselbeziehung, die dadurch zwischen der individuellen und der phyletischen Entwickelung hergestellt wird, und die auf der Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungs-Gesetze beruht, ermöglicht ihre gegenseitige Erklärung. In dieser Beziehung habe ich schon vor dreißig Jahren, in meiner ersten Studie zur Gastraea-Theorie, folgenden Grundsatz in den Vordergrund aller biogenetischen Betrachtungen gestellt: „Die Phylogenesis ist die mechanische Ursache der Ontogenesis." Mit diesem einen Satze ist unsere principielle monistische Auffassung der organischen Entwickelung klar bezeichnet. „Für oder wider diesen Satz wird in Zukunft jeder Forscher sich entscheiden müssen, der in der Biogenie sich nicht mit der bloßen Bewunderung merkwürdiger Erscheinungen begnügt, sondern darüber hinaus nach dem Verständniß ihrer Bedeutung strebt. Mit diesem Satze ist zugleich die unausfüllbare Kluft bezeichnet, welche die ältere, teleologische und dualistische Morphologie von der neueren, mechanischen und monistischen trennt. Wenn die physiologischen Functionen der Vererbung und Anpassung als die alleinigen Ursachen der organischen Formbildung nachgewiesen sind, so ist damit zugleich jede Art von Teleologie, von dualistischer und metaphysischer Betrachtungsweise aus dem Gebiete der Biogenie entfernt; der scharfe Gegensatz zwischen den leitenden Principien ist damit klar bezeichnet. — Entweder existirt ein directer und causaler Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie, oder er existirt nicht. Entweder ist die Ontogenese ein gedrängter Auszug der Phylogenese, oder sie ist dies nicht. Zwischen diesen beiden Annahmen giebt es keine dritte! Entweder Epigenesis und Descendenz — oder Präformation und Schöpfung!" Indem ich hier diese Sätze wiederhole, betone ich noch besonders, daß nach dieser Auffassung unsere „mechanische Biogenie" zu den stärksten Stützen der monistischen Philosophie gehört.

Siebenzehntes Kapitel.

Lebenswerth.

Lebenszweck. Natur und Cultur. Naturvölker, Barbarvölker, Civilvölker, Culturvölker. Persönlicher und socialer Lebenswerth.

„Die vergleichende Seelenkunde in ihrem ganzen Umfange bildet eine natürliche Schöpfungs- und Entwickelungsgeschichte des Seelischen. Der wichtigste Theil derselben ist die Psychologie der Naturvölker; hier allein lassen sich, wenn überhaupt, die Räthsel des Menschengeistes lösen. Die Psychologie des Kindes steht jenen gegenüber doch erst in zweiter Reihe, insofern sich in ihr nur ontogenetisch kurz wiederholt, was in jener phylogenetisch begründet ist. Erst durch die Psychologie der Naturvölker lassen sich die Haupt- und Grundfragen der Erkenntniß-Theorie, der Aesthetik, der Moral- und Religions-Philosophie entscheiden, welche unter die bekannten Schlagwörter fallen: Angeboren oder entwickelt? Es ist keine Frage mehr, daß die durch die Thatsachen wissenschaftlich begründete Antwort darauf nur lauten kann: Entwickelt und vererbt."

Fritz Schultze (1900).

Inhalt des siebenzehnten Kapitels.

Lebenswechsel. Lebenszweck. Lebensfortschritt. Historische Ziele. Historische Wellen. Lebenswerth der Klassen und der Menschenrassen. Psychologie der Naturvölker. Wilde. Barbaren. Civilvölker. Culturvölker. Drei Entwickelungsstufen (niedere, mittlere und höhere) in jeder dieser vier Klassen. Persönlicher und socialer Werth des Culturlebens auf den fünf Gebieten der Ernährung und Fortpflanzung, der Bewegung, Empfindung und des Geisteslebens. Schätzungswerth des Menschenlebens.

Literatur.

Fritz Schultze, 1900. Psychologie der Naturvölker. Eine natürliche Schöpfungsgeschichte des menschlichen Vorstellens, Wollens und Glaubens. Leipzig.

Alexander Sutherland, 1898. On the Origin and growth of the moral Instinct. 2 Voll. London.

Herbert Spencer, 1889. Principien der Sociologie und Ethik. Stuttgart.

John William Draper, 1863. Geschichte der Conflicte zwischen Religion und Wissenschaft, 1865. Leipzig.

Natur und Staat, 1903. Beiträge zur naturwissenschaftlichen Gesellschaftslehre. Jena. Eine Sammlung von Preisschriften, herausgegeben von Heinrich Ernst Ziegler. Jena.

Wilhelm Schallmayer, 1903. Vererbung und Auslese im Lebenslauf der Völker. III. Theil der Sammlung: „Natur und Staat". Jena.

Heinrich Matzat, 1903. Philosophie der Anpassung. II. Theil der Sammlung: „Natur und Staat". Jena.

Ludwig Woltmann, 1903. Politische Anthropologie. Eine Untersuchung über den Einfluß der Descendenz-Theorie auf die Lehre von der politischen Entwickelung der Völker. Eisenach.

Peter Kropotkin, 1904. Gegenseitige Hülfe in der Entwickelung. Leipzig.

Arthur Gobineau, 1853. Paris. Ueber die Ungleichheit der Menschenrassen. Deutsch von L. Schemann. Freiburg. (1897.)

Gottfried Herder, 1784. Ideen zur Geschichte der Menschheit.

Friedrich Ratzel, 1886. Völkerkunde. 3 Bände. 2. Aufl., 1894. Leipzig.

Friedrich Jodl, 1878. Die Culturgeschichtschreibung, ihre Entwickelung und ihr Problem. Halle.

Friedrich Hellwald, 1875. Culturgeschichte in ihrer natürlichen Entwickelung bis zur Gegenwart. 4. Aufl., 1890. Augsburg.

John Lubbock, 1875. Die Entstehung der Civilisation und der Urzustand des Menschengeschlechts. Leipzig.

Carus Sterne (Ernst Krause), 1889. Die allgemeine Weltanschauung in ihrer historischen Entwickelung. Charakterbilder aus der Geschichte der Naturwissenschaften. Stuttgart.

Ernst Haeckel, 1874. Anthropogenie oder Entwickelungsgeschichte des Menschen. I. Band: Keimesgeschichte (Ontogenie). II. Band: Stammesgeschichte. (Phylogenie). Mit 30 Tafeln, 500 Textfiguren und 60 genetischen Tabellen.

Der Werth unseres menschlichen Lebens erscheint uns heute, auf dem sicheren Boden der Entwickelungslehre, in ganz anderem Lichte, als vor fünfzig Jahren. Wir gewöhnen uns daran, den Menschen als ein Naturwesen zu betrachten, und zwar als das höchst entwickelte, das wir kennen. Dieselben „ewigen ehernen Gesetze", die den Entwickelungsgang des ganzen Kosmos regeln, beherrschen auch unser eigenes Leben. Unser Monismus überzeugt uns, daß das Universum seinen Namen wirklich verdient und ein allumfassendes, einheitliches Ganzes darstellt —, gleichviel, ob man dasselbe „Gott" oder „Natur" nennt. Unsere monistische Anthropologie ist zu der klaren Erkenntniß gelangt, daß der Mensch nur ein winziges Theilchen dieses universalen Ganzen ist, ein placentales Säugethier, das erst in später Tertiärzeit aus einem Zweige der Primaten-Ordnung sich entwickelt hat. Ehe wir danach den Werth unseres eigenen menschlichen Lebens zu bemessen versuchen, wollen wir einen vergleichenden Blick auf den Werth des organischen Lebens überhaupt werfen.

Lebenswechsel. Eine unbefangene allgemeine Uebersicht über die Geschichte des organischen Lebens auf unserem Erdball lehrt uns in erster Linie, daß dasselbe einem beständigen Wechsel unterworfen ist. In jeder Secunde sterben Millionen von Thieren und Pflanzen, während andere Millionen neu entstehen; jedes Individuum hat sein begrenztes Lebensalter, ebenso die Eintagsfliege und das Infusorium, das nur wenige Stunden lebt, wie die Wellingtonia, der Drachenbaum von Orotava und viele andere Baumriesen, die

ein Alter von mehreren tausend Jahren erreichen. Aber auch die Art oder Species, die alle gleichen oder ähnlichen Individuen umfaßt, ist ebenso vergänglich, und ebenso die Ordnungen und Klassen, die zahlreiche Arten von Thieren und Pflanzen umfassen. Die meisten Arten sind auf eine einzige Periode der organischen Erdgeschichte beschränkt; nur wenige Arten oder Gattungen gehen unverändert durch mehrere Perioden hindurch, und keine einzige hat in allen Perioden gelebt. Die Stammesgeschichte, gestützt auf die Thatsachen der Palaeontologie, lehrt uns unzweifelhaft, daß jede specifische Lebensform nur während einer kürzeren oder längeren Periode im Lauf der vielen (mehr als hundert) Jahrmillionen existirt, die die Geschichte des organischen Lebens umfaßt.

Lebenszweck. Jedes lebende Wesen ist sich selbst Zweck; darüber sind alle unbefangenen Denker einig, gleichviel ob sie teleologisch eine Entelechie oder Dominante als Regulator des Lebensmechanismus annehmen, oder ob sie mechanistisch die Entstehung jeder besonderen Lebensform durch Selection und Epigenese erklären. Die alte anthropistische Auffassung, daß die Thiere und Pflanzen „zum Nutzen des Menschen erschaffen", daß überhaupt die Beziehungen der Organismen zu einander durch „planvolle Schöpfung" geregelt seien, findet heute in wissenschaftlichen Kreisen keinen Glauben mehr. Ebenso aber, wie jedes organische Individuum, jedes einzelne Lebewesen, „für sich selbst da ist" und in erster Linie seine „Selbsterhaltung" anstrebt, ebenso gilt das auch von jeder Art oder Species. Auch ihre Existenz und deren „Zweck" ist ein zeitlich beschränkter und vorübergehender. Die fortschreitende Entwickelung der Klassen und Stämme führt langsam, aber beständig zur Bildung immer neuer Arten. Jede besondere Lebensform, ebenso jedes Individuum wie jede Species, ist also nur eine *biologische Episode*, eine vorübergehende Erscheinungsform im Wechsel des Lebens. Der *Mensch* macht auch in dieser Beziehung keine Ausnahme von den übrigen Wirbelthieren. „Nichts ist beständig als der Wechsel" — sagt ein altes und wahres Sprichwort.

Lebensfortschritt. Die historische Reihenfolge oder Succession der Arten und Klassen ist ebenso im Thierreiche wie im Pflanzenreiche mit einem langsamen beständigen Fortschritt ihrer Organisation verbunden. Das lehrt uns unmittelbar und handgreiflich die Palaeontologie; ihre „Denkmünzen der Schöpfung", die Versteinerungen, sind unzweifelhafte und unbestechliche Zeugen dieses stammesgeschichtlichen Fortschrittes. Ich habe denselben in meiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" übersichtlich dargestellt und zugleich gezeigt, daß sowohl die fortschreitende Vervollkommnung der Arten, als auch ihre zunehmende Mannigfaltigkeit sich mechanisch als nothwendige Folgen der Selection erklären lassen. Es bedarf dazu weder eines planmäßig arbeitenden Schöpfers, noch einer transscendenten Zielstrebigkeit. Den eingehenden und streng wissenschaftlichen Beweis dafür habe ich in den drei Bänden meiner „Systematischen Phylogenie" (1894) zu führen gesucht. Es sei nur kurz an die beiden großen Beispiele erinnert, welche uns die Stammesgeschichte der Gewebpflanzen und der Wirbelthiere liefert. Von den Metaphyten bilden die Farne im palaeozoischen, die Gymnospermen im mesozoischen, die Angiospermen im caenozoischen Zeitalter die herrschende Hauptgruppe. Von den Vertebraten erscheinen im silurischen System nur Fische, im devonischen zuerst Dipneusten, im carbonischen Amphibien, im permischen Reptilien, in der Trias die ersten Säugethiere.

Historische Ziele. Aus den erwähnten Thatsachen des fortschreitenden Formenwechsels, wie ihn die Palaeontologie lehrt, sind vielfach falsche teleologische Schlüsse gezogen worden. Indem man die jüngste und höchst entwickelte Form jeder Stammreihe als deren vorbedachtes Ziel hinstellte, erblickte man in ihren unvollkommenen Vorläufern und Ahnen „Vorbereitungs-Stufen" zur Erreichung dieses Zieles. Man verfuhr dabei ähnlich, wie viele Historiker in der Völkergeschichte (— der sogenannten „Weltgeschichte" —). Wenn eine besondere Menschenrasse, ein Volk, ein Staat in Folge seiner natürlichen Vorzüge und der günstigen Entwickelungs-Bedingungen eine hervorragende Stellung im Culturleben erringt,

so rühmt man es als „Auserlesenes Volk“ und betrachtet seine vorausgehenden unvollkommenen Entwickelungszustände als vorbedachte und zielstrebige Vorbereitungs-Stufen. Thatsächlich mußten diese aber nothwendig aus einander hervorgehen, so wie es einerseits die innere (durch Vererbung gegebene) Anlage, anderseits die äußeren (die Anpassung hervorrufenden) Existenz-Verhältnisse bedingten. Eine bewußte Bestimmung für ein gewisses Ziel können wir weder als theistische Praedestination, noch als pantheistische Finalität anerkennen; vielmehr ist an deren Stelle die einfache mechanische Causalität zu setzen, im Sinne des psychomechanischen Monismus oder Hylozoismus.

Historische Wellen. Obgleich die Stammesgeschichte der Pflanzen und Thiere, ebenso wie die Culturgeschichte des Menschen, im Großen und Ganzen eine aufsteigende Stufenleiter darstellt und sich von niederen zu höheren Stufen erhebt, so finden doch im Einzelnen vielfach Schwankungen derselben statt. Diese „historischen Wellen“ sind ganz unregelmäßig; oft bleiben in Perioden der Rückbildung tiefe Wellenthäler längere Zeit bestehen, und dann folgt wieder plötzlich ein jäher Aufstieg zu einem hohen Wellenberge. Neue, rasch aufsteigende jüngere Gruppen treten an die Stelle älterer aussterbender Gruppen, die an sich eine höhere Vollkommenheit der Organisation besaßen. So sind z. B. die heutigen Farne nur als ein schwacher Ueberrest der mächtigen und formenreichen Pteridophyten zu betrachten, die in der devonischen und Steinkohlen-Periode den ansehnlichsten Bestandtheil der palaeozoischen Wälder bildeten; sie wurden in der Secundär-Zeit durch ihre gymnospermen Epigonen (Cycadeen und Zapfenbäume) verdrängt, sowie diese in der Tertiärzeit durch die angiospermen Blumenpflanzen. Ebenso stellen unter den landbewohnenden Reptilien die heutigen Eidechsen und Schlangen, Krokodile und Schildkröten nur einen schwachen Rest von der gewaltigen Reptilien-Fauna dar, die die Secundär-Zeit beherrschte, den colossalen Dinosauriern und Pterosauriern, Ichthyosauriern und Plesiosauriern. An ihre Stelle traten in der

Tertiärzeit die kleineren, aber mächtigeren Säugethiere. In der Völkergeschichte bildet das christliche Mittelalter ein tiefes dunkles Wellenthal zwischen den beiden lichten Höhen des klassischen Alterthums und der modernen Cultur.

Lebenswerth der Klassen. Schon diese wenigen Andeutungen ergeben, daß die verschiedenen Klassen und Ordnungen der Lebewesen, unter einander verglichen, einen sehr verschiedenen Werth haben. In Bezug auf den inneren Selbstzweck, die Selbsterhaltung, sind an sich freilich alle Organismen gleichberechtigt und gleichwerthig, aber in Bezug auf die übrigen Lebewesen und die Bedeutung für das große Naturganze, von höchst ungleichem Werth. Nicht allein vermöge besonderen Nutzens oder überwiegender Kraft und Masse können größere Thiere und Pflanzen die Herrschaft längere Zeit behaupten, sondern auch vermöge des Schadens und der nachtheiligen Giftwirkung (Bakterien, Pilze, Parasiten u. s. w.). Ebenso ist auch für die Völkergeschichte der Werth der verschiedenen Rassen und Nationen höchst ungleich; das kleine Griechenland hat vor mehr als 2000 Jahren vermöge seiner hohen Culturblüthe das ganze geistige Leben Europas fast allein ausgemacht. Die zahlreichen Indianer-Stämme von Amerika dagegen haben zwar in einzelnen Theilen (Peru—Zentral-Amerika) sich zu einseitiger Blüthe zeitweise entwickelt, sind aber im Ganzen für die höhere Cultur unzugänglich geblieben.

Lebenswerth der Menschenrassen. Obgleich die bedeutenden Unterschiede im Geistesleben und Culturzustande der höheren und niederen Menschenrassen allgemein bekannt sind, werden sie doch meistens sehr unterschätzt und demgemäß ihr sehr verschiedener Lebenswerth falsch bemessen. Das, was den Menschen so hoch über die Thiere, auch die nächst verwandten Säugethiere, erhebt, und was seinen Lebenswerth unendlich erhöht, ist die Cultur, und die höhere Entwickelung der Vernunft, die ihn zur Cultur befähigt. Diese ist aber größtentheils nur Eigenthum der höheren Menschenrassen und bei den niederen nur unvollkommen oder gar nicht ent-

wickelt. Diese Naturmenschen (z. B. Weddas, Australneger) stehen in psychologischer Hinsicht näher den Säugethieren (Affen, Hunden), als dem hochcivilisirten Europäer; daher ist auch ihr individueller Lebenswerth ganz verschieden zu beurtheilen. Die Anschauungen darüber sind bei europäischen Cultur-Nationen, die große Colonien in den Tropen besitzen und seit Jahrhunderten in engster Berührung mit Naturvölkern leben, sehr realistisch und sehr verschieden von den bei uns in Deutschland noch herrschenden Vorstellungen. Unsere idealistischen Anschauungen, durch unsere Schulweisheit in feste Regeln gebracht und von unseren Metaphysikern in das Schema ihres abstracten Ideal-Menschen gezwängt, entsprechen sehr wenig den realen Thatsachen. Daraus erklären sich auch viele Irrthümer unserer idealistischen Philosophie, ebenso wie viele praktische Mißgriffe, die von uns in den deutschen erst neuerdings erworbenen Colonien begangen werden; diese würden vermieden worden sein, wenn wir eine gründlichere Kenntniß vom niederen Seelenleben der Naturvölker besäßen. (Vergl. Gobineau und Lubbock, S. 444.)

Psychologie der Naturvölker. Die schweren Irrthümer, in denen sich die Seelenlehre oder Psychologie seit Jahrtausenden bewegt, liegen zum großen Theil an der Vernachlässigung der vergleichenden und genetischen Methode und an der einseitigen Anwendung der Selbstbeobachtung, der introspectiven Methode; zum anderen Theile liegen sie daran, daß die Metaphysiker meistens die hoch entwickelte eigene Seele, d. h. die Geistesthätigkeit eines wissenschaftlich geschulten Culturmenschen, als Ausgangspunkt ihrer Untersuchung gewählt, sie als Vertreterin der Menschenseele überhaupt betrachtet und danach ein ideales Schema derselben construirt haben. Der Abstand zwischen dieser denkenden Seele des Culturmenschen und der gedankenlosen thierischen Seele des wilden Naturmenschen ist aber ganz gewaltig, größer als der Abstand zwischen der letzteren und der Hundeseele. Kant würde viele Fehler seiner „kritischen" Philosophie vermieden und manche schwerwiegenden Dogmen (z. B. die Unsterblichkeit der Seele, den kategorischen Imperativ) nicht

aufgestellt haben, wenn er die niedere Psyche der Naturvölker eingehend und vergleichend studirt und daraus diejenige der Culturvölker phylogenetisch abgeleitet hätte.

Die außerordentliche Bedeutung dieser Vergleichung ist erst in neuester Zeit (von Lubbock, Romanes u. A.) richtig erkannt worden. Fritz Schultze (Dresden) hat 1900 in seiner interessanten „Psychologie der Naturvölker" den ersten werthvollen Versuch gemacht, eine „Entwickelungspsychologische Charakteristik des Naturmenschen in intellectueller, ästhetischer, ethischer und religiöser Beziehung" zu geben; er liefert damit zugleich „eine natürliche Schöpfungsgeschichte menschlichen Vorstellens, Wollens und Glaubens". Im ersten Buche dieses wichtigen Werkes wird das Denken, im zweiten das Wollen des Naturmenschen behandelt, in dritten seine religiöse Weltanschauung oder „die natürliche Entstehungsgeschichte der Religion" (Fetischismus, Animismus, Verehrung der Himmelskörper). In einem Nachtrag zum zweiten Buche behandelt Fritz Schultze die schwierigen Probleme der evolutionistischen Ethik und stützt sich dabei auf das werthvolle große Werk von Alexander Sutherland: „Ueber den Ursprung und das Wachsthum des moralischen Instincts" (London 1898). Der Letztere theilt die Menschheit in Bezug auf die verschiedenen Culturstufen und Stadien der Seelen-Entwickelung (— nicht nach der Stammverwandtschaft der Rassen! —) in vier große Klassen: I. Wilde (Naturmenschen); II. Barbaren (Halbwilde); III. Civilisirte Völker; IV. Culturvölker. Da diese Classification von Sutherland nicht allein die Uebersicht über die mannigfaltigen Formen der geistigen Entwickelung sehr erleichtert, sondern auch für die Frage von ihrem Lebenswerthe besonders wichtig ist, führe ich hier das Wichtigste seiner treffenden Charakteristik der vier Klassen kurz an.

I. **Naturvölker oder „Wilde".** Ihre Nahrung besteht in wilden Naturproducten (Früchten und Wurzeln von Pflanzen, wilden Thieren aller Art). Die Meisten sind demnach Jäger oder Fischer. Ackerbau und Viehzucht sind noch unbekannt. Sie leben isolirt in einzelnen

Familien oder zerstreut in kleinen Horden, haben noch keine festen Wohnsitze. Die niedersten und ältesten Wilden schließen sich in Körperbau und Lebensweise noch nahe an die Menschenaffen an, aus denen sie ursprünglich hervorgegangen sind. Als drei Ordnungen dieser Klasse sind niedere, mittlere und höhere Wilde zu unterscheiden.

IA. Niedere Wilde, den Affen am nächsten stehend, Pygmäen von geringer Körpergröße, 4—4½ Fuß hoch (selten 4¾); die Weiber bisweilen nur 3—3½ Fuß. Sämmtlich wollhaarig und plattnasig, von schwarzer oder dunkelbrauner Hautfarbe, mit spitzem Bauche, dürren und kurzen Spindelbeinen. Ohne Wohnungen, in Wäldern und Höhlen, zum Theil auf Bäumen lebend; in kleinen Familien von 10—40 Personen wandernd; nackt, ohne Kleidung, oder nur mit Spuren von primitiver Bedeckung. Von niederen Stämmen der Gegenwart gehören hierher die Weddas von Ceylon, die Semangs der malayischen Halbinsel, die Negritos der Philippinen, die Bewohner der Andamanen, die Kimos von Madagaskar, die Akkas von Guinea und die Buschmänner in Südafrika. Andere zerstreute Ueberreste dieser uralten negroiden Zwergmenschen, die sich unmittelbar an die Menschenaffen anschließen, leben noch zerstreut in den Urwäldern der Sunda-Inseln (Borneo, Sumatra, Celebes).

Der Lebenswerth dieser niederen Wilden ist gleich demjenigen der Menschenaffen oder steht doch nur sehr wenig über demselben. Alle neueren Reisenden, die dieselben in ihrer Heimath genau beobachtet, ihre Körperbildung und Seelenthätigkeit genau erforscht haben, stimmen in diesem Urtheil überein. Man vergleiche die eingehende Darstellung, welche die beiden Sarasin in ihrem großem Werke über die Weddas von Ceylon gegeben haben (in kurzem Auszuge in meinen „Indischen Reisebriefen", IV. Aufl., S. 353). Ihre einzigen Interessen sind Ernährung und Fortpflanzung, und zwar in derselben einfachen Form, welche wir auch bei den Menschenaffen finden (vergl. Kap. 15 und 23 meiner „Anthropogenie"). Von gleicher Beschaffenheit waren wahrscheinlich unsere eigenen Vorfahren vor 10 000 oder noch mehr Jahren. Auf Grund fossiler Reste von pleistocänen Menschen hat Julius Kollmann es sehr wahrscheinlich gemacht, daß ähnliche Zwergstämme (von durchschnittlich 4½ Fuß Höhe) damals die vorherrschende Bevölkerung von Europa bildeten.

IB. Mittlere Wilde, etwas größer als die niederen Naturmenschen und etwas weniger affenartig, durchschnittlich 5—5½ Fuß

hoch. Ihre Wohnungen beschränken sich auf Felsenhöhlen und Schutzdächer gegen Wind und Regen. Obwohl sie Schurze und andere Anfänge von Bekleidung kennen, gehen doch beide Geschlechter meistens nackt; sie besitzen primitive Waffen von Holz und Stein und rohgezimmerte Kähne, wandern in Horden von 50—200 und haben noch keine sociale Organisation; aber gewisse Stammessitten besitzen Gesetzeskraft. Hierher gehören die Australneger und Tasmanier, die Ainos von Japan und die Hottentotten, ferner die Feuerländer, Macas und einige Brasilische Waldstämme. Ihr Lebenswerth erhebt sich nur wenig über denjenigen der niederen Wilden.

IC. Höhere Wilde, meistens von gewöhnlicher menschlicher Durchschnittsgröße (in kalten Zonen kleiner), stets mit einfachen Wohnungen (wenn auch meistens nur Zelte aus Thierfellen oder Baumrinden). Primitive Kleidung stets im Gebrauch. Gute Waffen von Stein, Bronze oder Kupfer. Sie wandern in Horden von 100—500, die von angesehenen, aber nicht regierenden Häuptlingen geführt werden und Rangunterschiede zu zeigen beginnen. Die Lebensordnung wird bestimmt durch erbliche Stammessitten. Hierher gehören viele Urbewohner von Indien (Todas, Nagas, Kurumbas u. A.), ferner die Nikobarer, Samojeden und Kamtschadalen; in Afrika die Damara-Neger; endlich die meisten Indianer-Stämme in Nord- und Süd-Amerika. Ihr Lebenswerth übersteigt denjenigen der pithecoiden niederen und mittleren Wilden, erreicht aber noch nicht denjenigen der Barbaren.

II. Barbarvölker oder Halbwilde. Der größte Teil ihrer Nahrung besteht aus Natur-Producten, die sie sich mit Vorsorge dienstbar machen; daher Viehzucht und Ackerbau mehr oder weniger entwickelt. Die Arbeitstheilung ist noch gering, da jede Familie ihre Bedürfnisse selbst besorgt. Gewöhnlich ist Nahrungs-Ueberfluß während des ganzen Jahres gleichmäßig vorhanden. In Folge dessen beginnen Künste sich zu entwickeln. Im Gegensatze zu den unsteten und umherschweifenden Wilden haben die Barbaren meistens feste Wohnsitze.

IIA. Niedere Barbaren. Wohnungen: einfache Hütten, meistens ständig zu Dörfern gruppirt und von Anpflanzungen umgeben. Kleidung regelmäßig getragen, noch sehr einfach; Männer in heißen Klimaten oft nackt, mit Schurz. Töpferei und Kochherde, Werkzeuge von Stein, Holz, Knochen. Beginnender Handelsverkehr mit Tausch. Stämme von 1000—5000 Seelen, befähigt zur Bildung

größerer Verbände; Rangunterschiede auf kriegerische Tapferkeit gegründet. Häuptlinge regieren nach überlieferten Gesetzen. Hierher gehören in Asien viele Urbewohner Indiens (Mundas, Gonds, Paharias, Bheels u. A.), die Dajaken von Borneo, Battaks von Sumatra, Tungusen, Kirgisen u. s. w.; — in Afrika die Kaffern, Betschuanen, Basutos; in Australien die Eingeborenen von Neu-Guinea, Neu-Caledonien, Neuen Hebriden, Neuseeland u. A.; — endlich in Amerika die Irokesen und Thlinkets, die Bewohner von Nicaragua und Guatemala.

II B. Mittlere Barbaren. Wohnungen gut und dauerhaft, meistens von Holz und mit Rohr oder Stroh gedeckt, zu ansehnlichen Städten vereinigt. Kleidung anständig, obwohl Nacktheit nicht für unschicklich gilt. Töpferei, Weberei, Metall-Arbeiten ziemlich entwickelt. Handel auf regelmäßigen Märkten, mit Benutzung von Geld. Staaten unter Befolgung überlieferter Gesetze von Königen regiert, mit festem Rang-Unterschied, umfassen bis 100 000 Personen. Hierher gehören in Asien die Kalmücken, in Afrika viele Negerstämme (Aschanti, Fanti, Fellahs, Schilluks, Mombuttus, Owampos u. s. w.), in Polynesien die Bewohner der Fidschi-, Tonga-, Samoa- und Markesas-Inseln. In Europa gehörten zu den mittleren Barbaren noch vor 200 Jahren die Lappen, vor 2000 Jahren die alten Germanen, die Römer vor Numa, die Griechen der Homerischen Zeit.

II C. Höhere Barbaren. Wohnungen meistens feste Steinbauten. Kleidung nothwendig, Weberei ständige Arbeit der Weiber, Metallarbeit sehr entwickelt, Geräthe von Eisen gewöhnlich. Handel beschränkt, mit gemünztem Gelde, kleine Ruderschiffe. Rohe Rechtsprechung in festen Gerichtshöfen; Anfang der Schreibkunst. Massenvölker mit vorgeschrittener Arbeitstheilung und erblichen Rangunterschieden, bis zu einer halben Million Seelen umfassend, unter einem Selbstherrscher. Hierher gehören in Asien die meisten Malayen (auf den großen Sunda-Inseln und der malayischen Halbinsel Malacca); ferner die Nomadenstämme der Tataren, Araber u. s. w.; in Polynesien die Insulaner von Tahiti und Hawai; in Afrika die Somalis und Abessinier, die Bewohner von Sansibar und Madagascar. Von historischen Völkern des Altertums gehörten zu den höheren Barbaren die Griechen im Zeitalter des Solon, die Römer im Beginne der Republik, die Juden unter den Richtern,

ferner die Angelsachsen der Heptarchie, die Mexicaner und Peruaner zur Zeit der spanischen Eroberung.

III. **Civilvölker (civilisirte Völker** im viertheiligen System von Sutherland). Nahrung und vielfach entwickelter Lebensbedarf wird in Folge der weit fortgeschrittenen Arbeitstheilung und Vervollkommung der Werkzeuge leicht gewonnen. Kunst und Wissenschaft gelangen in Folge dessen zu hoher und stetig wachsender Entfaltung. Die zunehmende Specialisirung bedingt hohe Ausbildung der einzelnen Functionen, aber auch zugleich bedeutende Kräftigung des ganzen staatlichen Organismus, da alle gegenseitig von einander abhängig sind. Die Bürger (Cives) erlangen die Einsicht, daß sie sich den Gesetzen des Staates (Civilitas) unterwerfen müssen.

III A. Niedere Civilmenschen. Städte mit steinernen Mauern; bedeutende Architekturwerke von Stein; Gebrauch des Pfluges beim Ackerbau. Der Krieg ist die Beschäftigung einer bestimmten Klasse. Die Schrift ist fest begründet, ebenso rohe Gesetzbücher, feste Gerichtshöfe. Die Literatur beginnt sich zu entwickeln. Hierher gehören in Asien die Bewohner von Tibet, Bhutan, Nepal, Laos, Anam, Korea, Mandschu, die ansässigen Araber und Turkmenen; in Afrika die Algerier, Tunesier, Mauren, Kabylen, Tuaregs u. A. Von historischen Culturvölkern gehörten dazu die alten Aegypter, Phönicier, Assyrer, Babylonier, die Juden zur Zeit Salomos, die Carthager, die Griechen nach Marathon, die Römer zur Zeit Hannibals, die Engländer unter den Normannischen Königen.

III B. Mittlere Civilmenschen. Schöne Tempel und Paläste, aus Stein und Ziegel gebaut. Fenster kommen in Gebrauch, ebenso Segelschiffe. Der Handel breitet sich aus. Allgemein werden Schrift und geschriebene Bücher gebraucht, die literarische Bildung der Jugend gepflegt. Der Kriegerstand wird höher ausgebildet, ebenso die genaue Einzelgesetzgebung und der Advokatenstand. Hierher gehören in Asien die Perser, Afghanen, Birmanen und Siamesen; in Europa die Finnen und Magyaren des 18. Jahrhunderts. Von historischen Culturvölkern sind dazu zu zählen: die Griechen im Zeitalter des Perikles, die Römer der späteren Republik, die Juden unter der macedonischen Herrschaft, Frankreich unter den ersten Capetingern, England unter den Plantagenets.

III C. Höhere Civilmenschen. Steinerne Häuser allgemein in Gebrauch; Straßen gepflastert; Schornsteine, Canäle, Wasser- und

Windmühlen angelegt. Beginn wissenschaftlicher Navigation und Kriegführung. Schreiben allgemeines Bedürfniß, geschriebene Bücher weit verbreitet, Literatur hoch geachtet. Die stark centralisirte Regierung umfaßt Völker von zehn Millionen und mehr. Feste geschriebene Gesetzbücher werden von Amts wegen veröffentlicht und von Gerichtshöfen verschiedener Instanzen verwendet. Zahlreiche Regierungsbeamte haben genau bestimmten Rang. Hierher gehören in Asien die Chinesen, Japaner und Hindus; ferner die Türken, und in Südamerika die verschiedenen Republiken u. s. w. Geschichtlich gehören dazu die Römer zur Kaiserzeit, die Italiener, Franzosen, Engländer und Deutschen des 15. Jahrhunderts.

IV. **Culturvölker.** Nahrung und anderer Bedarf wird in Menge und möglichst leicht künstlich hergestellt, indem man die menschliche Arbeit durch Naturkräfte ersetzt. Indem gleichzeitig die staatliche Organisation wächst und ein vollkommeneres Zusammenspiel aller socialen Kräfte ermöglicht, gewinnt der Mensch in hohem Grade die Freiheit zur Ausbildung seiner geistigen und ästhetischen Anlagen. Die Druckpresse ist überall in Gebrauch, die Erziehung der Jugend eine der wichtigsten Pflichten. Der Krieg verliert an Bedeutung; Rang und Ruhm hängen weniger von kriegerischer Tapferkeit, als von geistiger Befähigung ab. Die Gesetzgebung wird durch Volksvertreter beeinflußt. Kunst und Wissenschaft werden durch staatliche Bemühungen in zunehmendem Maße gefördert.

Drei Stufen der Culturvölker. In ähnlicher Weise, wie bei den drei vorhergehenden Klassen der Wilden, Barbaren und Civilvölker unterscheidet auch bei der vierten Klasse, den Culturvölkern, Alexander Sutherland drei Entwickelungsstufen als niedere, mittlere und höhere Völker. Er rechnet zur ersten Stufe, den niederen Culturvölkern, „die leitenden Nationen Europas und ihre Abkömmlinge, wie die Bewohner der Vereinigten Staaten von Nordamerika“ und wendet auf sie allein die vorhergehende Bestimmung an. Von der zweiten Stufe, mittlere Culturvölker, giebt er ein „Programm, das vielleicht in 400—500 Jahren zur Ausführung gelangt“, mit folgender Definition: „Alle Menschen nähren sich und wohnen gut; Krieg wird zwar allgemein verdammt, aber kommt doch noch gelegentlich vor. Kleine Heere und Flotten aller Nationen wirken zusammen als eine Art Weltpolizei; Handels- und Fabrikwesen entwickelt sich nach den moralischen Gesichtspunkten der Sym-

pathie; geistige Erziehung allgemein; Verbrechen und Strafe selten." Von der dritten Stufe, den höheren Culturvölkern, sagt Sutherland bloß: „Ein zu gewagter Gegenstand der Vorhersagung, der vielleicht noch 1000—2000 Jahre auf sich warten läßt." Die Unterscheidung dieser drei Culturstufen scheint mir zu unbestimmt und insofern ungenügend, als dabei der gewaltige Fortschritt des 19. Jahrhunderts, gegenüber allen früheren, nicht genügend hervortritt. Es scheint mir zweckmäßiger, in der neueren Culturgeschichte vorläufig folgende drei Perioden zu unterscheiden: erste 16.—18. Jahrhundert, zweite 19. Jahrhundert, dritte 20. Jahrhundert und Zukunft.

IV A. Niedere Culturvölker (in Europa 16.—18. Jahrhundert). Im Beginn dieser Periode, in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, bereitet sich der völlige Umschwung des geistigen Lebens vor, der durch folgende große Ereignisse angeregt wird: 1. Das Weltsystem des Kopernikus (1543), gestützt durch Galilei (1592); 2. die Entdeckung von Amerika durch Columbus (1492) und von Ostindien durch Vasco de Gama (1498), die erste Umschiffung der Erde durch Magellan (1520), der damit gelieferte empirische Beweis von der Kugelgestalt der Erde; 3. die Befreiung des europäischen Geisteslebens vom Joche des römischen Papismus durch Martin Luther (1517) und die Zurückdrängung des herrschenden Aberglaubens durch Ausbreitung der Reformation; 4. der neue Aufschwung wissenschaftlicher Forschung, unabhängig von Scholastik und Kirche und von der herrschenden Philosophie des Aristoteles, die Begründung der Erfahrungswissenschaft durch Baco von Verulam (1620); 5. die weite Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse durch die Buchdruckerkunst (Gutenberg 1450) und die Holzschneidekunst. Durch diese und andere gleichzeitige große Fortschritte wurde im 16. Jahrhundert die moderne Cultur angebahnt, die sich bald hoch über die früher herrschende Barbarei des Mittelalters erhob. Allein ihre Geltung beschränkte sich zunächst nur auf kleine Kreise, da im politischen und socialen Leben noch die rückständige Civilisation des Mittelalters herrschend blieb, auch der Kampf gegen Aberglauben und Unvernunft nur langsame Fortschritte machte. Einen gewaltigen Umschwung auf diesen praktischen Gebieten führte erst die französische Revolution (1792) herbei.

IV B. Mittlere Culturvölker. Als solche bezeichnen wir die leitenden Nationen von Europa und Nordamerika im 19. Jahr-

hundert. Den gewaltigen Fortschritt, den dieses „Jahrhundert der Naturwissenschaft" gegenüber allen vorhergehenden im Geistesleben der Menschheit bedeutet, finden wir hauptsächlich in folgenden Ereignissen: 1. Vertiefung, experimentelle Begründung und allgemeine Verbreitung theoretischer Naturerkenntniß, selbständige Begründung zahlreicher neuer Zweige der Naturwissenschaft, Begründung der Zellentheorie (1838), des Energie-Gesetzes (1845) und der Entwickelungstheorie (1859). 2. Praktische Verwerthung dieser theoretischen Naturerkenntnisse und ausgedehnte Anwendung auf alle Gebiete der Technik und Industrie; vor Allem: 3. Werthänderung von Zeit und Raum durch die außerordentliche Beschleunigung des Verkehrs (Dampfschiffe, Eisenbahnen, Telegraphen, Elektrotechnik). 4. Ausbildung der monistischen und realistischen Philosophie, im Gegensatze zu der früher herrschenden dualistischen und mystischen Richtung. 5. Zunehmender Einfluß vernünftigen wissenschaftlichen Unterrichts und Ablösung von den Glaubensdichtungen der Kirche. 6. Zunehmende Selbstbestimmung der Völker durch Theilnahme der Volksvertretung an der Regierung und Gesetzgebung; Zerstörung der Irrlehre vom „Gottesgnadenthum" der regierenden Personen. Neue Gliederung der Stände. Allerdings sind diese großen Culturfortschritte, auf die wir Kinder des 19. Jahrhunderts stolz sein dürfen, noch weit entfernt, die wünschenswerthe allgemeine Geltung erlangt zu haben; vielmehr liegen sie immer noch in heftigem Kampfe mit den rückständigen Cultur-Anschauungen und Herrschafts-Bestrebungen der meisten Regierungen und der mit ihnen verbündeten Kirchen, mit dem herrschenden Militarismus und mit veralteten, ehrwürdigen Unsitten aller Art.

IVC. Höhere Culturvölker. Die höhere Cultur, der wir erst jetzt entgegen zu gehen anfangen, wird voraussichtlich die Aufgabe stets im Auge behalten müssen, allen Menschen eine möglichst glückliche, d. h. zufriedene Existenz zu verschaffen. Die vervollkommnete Moral, frei von allem religiösen Dogma und auf die klare Erkenntniß der Naturgesetze gegründet, lehrt uns die alte Weisheit der goldenen Regel („Welträthsel" Kap. 19), mit den Worten des Evangeliums: „Liebe deinen Nächsten als dich selbst." Die Vernunft führt uns zu der Einsicht, daß ein möglichst vollkommenes Staatswesen zugleich die möglichst große Summe von Glück für jedes Einzelwesen, das ihm angehört, schaffen muß. Das vernünftige Gleichgewicht zwischen Eigenliebe und Nächstenliebe, zwischen Egoismus und Altruismus,

wird das Ziel unserer monistischen Ethik. Viele barbarische Sitten und alte Gewohnheiten, die jetzt noch als unentbehrlich gelten: Krieg, Duell, Kirchenzwang u. s. w., werden verschwinden. Schiedsgerichte werden hinreichen, um in allen Rechtsstreitigkeiten der Völker, wie der Personen, den Ausgleich herbeizuführen. Das Hauptinteresse des Staates wird nicht, wie jetzt, in der Ausbildung einer möglichst starken Militärmacht liegen, sondern in einer möglichst vollkommenen Jugenderziehung auf Grund der ausgedehntesten Pflege von Kunst und Wissenschaft. Die Vervollkommnung der Technik, auf Grund neuer Erfindungen in der Physik und Chemie, wird die Lebensbedürfnisse allgemein befriedigen; die künstliche Synthese vom Eiweiß wird reiche Nahrung für Alle liefern. Eine vernünftige Reform der Ehe-Verhältnisse wird das Familienleben glücklicher gestalten.

Werth des Culturlebens. Die Schattenseiten unseres modernen Culturlebens, die von Jedermann mehr oder weniger drückend empfunden werden, hat Max Nordau in seinen „Conventionellen Lügen der Culturmenschheit" klar dargelegt; sie werden sich großentheils bessern lassen, wenn die Vernunft auf Grund einer klaren monistischen Weltanschauung ihre Rechte im praktischen Leben mehr geltend macht und die noch herrschenden, auf veralteten Dogmen beruhenden Unsitten zurückdrängt. Aber trotz aller Schattenseiten sind die Lichtseiten der modernen Cultur so überwiegend, daß wir mit Hoffnung und Vertrauen in die Zukunft sehen können. Wir brauchen bloß ein halbes Jahrhundert zurückzuschauen und unsere jetzigen Lebens-Verhältnisse mit den damaligen zu vergleichen, um die großen Vorzüge der modernen Culturfortschritte einzusehen. Wenn wir den modernen Culturstaat als einen hochentwickelten Organismus (— als ein „sociales Individuum höherer Ordnung" —) ansehen und seine Staatsbürger den Zellen eines höheren Gewebthieres vergleichen, so ist der Unterschied zwischen dem heutigen Culturstaat und den rohesten Familien-Verbänden der Wilden nicht geringer, als derjenige zwischen einem höheren Metazoon (einem Wirbelthier z. B.), und einem Coenobium von Protozoen. Die fortgeschrittene Arbeitstheilung der socialen Individuen einerseits,

die Centralisation der Gesellschaft anderseits, befähigt den socialen Körper zu viel höheren Leistungen als den solitären und steigert seinen Lebenswerth in hohem Maße. Um uns hiervon zu überzeugen, wollen wir einerseits den persönlichen, anderseits den socialen Werth der Cultur in den fünf Hauptgebieten der Lebensthätigkeit vergleichen, in Ernährung und Fortpflanzung, Bewegung, Empfindung und Geistesleben.

Persönlicher Werth der culturellen Ernährung. Das erste Bedürfniß jedes individuellen Organismus, das der Selbsterhaltung, wird in dem modernen Culturstaat auf viel vollkommnere Weise erfüllt, als in allen früheren Lebensverhältnissen. Der Wilde begnügt sich mit den rohen Naturproducten, die ihm Jagd und Fischfang, Sammeln von wilden Früchten und Wurzeln liefern. Später erst entwickelte sich Viehzucht und Landwirthschaft. Aber noch viele Stufen der Barbarei und Civilisation müssen durchlaufen werden, ehe die Verhältnisse der Nahrung, Wohnung und Kleidung eine gesicherte, behagliche Existenz des Culturmenschen und eine Verbindung der unentbehrlichen Ernährung mit ästhetischen und geistigen Interessen gestatten.

Socialer Werth der culturellen Ernährung. In gleichem Maße wie die Ernährung und der Bestand der einzelnen Personen hat auch diejenige des socialen Staats-Verbandes durch die Cultur außerordentlich gewonnen. Die Fortschritte der Chemie und Landwirthschaft haben zunächst die Production der Nahrungsmittel für größere Menschen-Anhäufungen in genügenden Mengen ermöglicht. Der leichte und schnelle Verkehr durch Eisenbahnen und Dampfschiffe gestattet eine gleichmäßige Vertheilung derselben über die ganze Erde. Die wissenschaftliche Medicin und Hygiene hat zahlreiche Mittel gefunden, die Krankheits-Gefahren zu vermindern und ihrer Entstehung prophylaktisch vorzubeugen. Durch öffentliche Bäder, Turnsäle, Volksküchen, Volksgärten u. s. w. wird für die Gesundheit der weitesten Bevölkerungskreise gesorgt. Die Einrichtung der modernen Wohnungen, ihre Heizung und Beleuchtung

haben sich außerordentlich verbessert. Die moderne Social-Politik ist in zunehmendem Maße bestrebt, diese Wohlthaten der Cultur auch den niederen Volksklassen durch Wohlfahrts-Einrichtungen aller Art zugänglich zu machen. Philanthropische Gesellschaften bemühen sich, viele materielle und geistige Bedürfnisse einzelner Gesellschafts-Klassen zu befriedigen. Allerdings bleibt der weiteren Vervollkommnung der nationalen Ernährungs-Verhältnisse noch ein weites Feld der Thätigkeit geöffnet. Aber im Ganzen kann nicht geleugnet werden, daß die Verhältnisse der Ernährung im modernen Culturstaate eine großartige Verbesserung gegen diejenigen des Mittelalters und noch mehr der früheren Barbarei bedeuten.

Persönlicher Werth der culturellen Fortpflanzung. In keinem anderen Gebiete der Physiologie tritt uns der hohe Werth der verfeinerten Cultur und ihr himmelweiter Abstand von den ursprünglichen Verhältnissen der Wilden so auffallend entgegen, wie in dem geheimnißvollen „Lebenswunder" der Fortpflanzung, der Erhaltung der Art. Die Befriedigung des mächtigen Geschlechtstriebes, der dieselbe vermittelt, steht bei den meisten Wilden und vielen Barbaren noch auf derselben niederen Stufe, wie bei den Affen und anderen Säugethieren. Das Weib ist für den Mann lediglich begehrter Gegenstand der Wollust, oder außerdem noch rechtlose Sclavin, die gleich anderem Eigenthum gekauft und veräußert wird. Erst langsam und allmählich steigt der Werth dieses Besitzes und erlangt in der geregelten Ehe eine höhere Garantie der Beständigkeit; das Familienleben wird für beide Gatten die Quelle höheren und feineren Lebensgenusses. Mit der allmählichen Entwickelung der Civilisation steigt dessen Werth beständig; die Vorzüge der Frau werden immer mehr anerkannt, und neben der sinnlichen Liebe beginnt sich das innigere Seelen-Verhältniß beider Gatten zu entwickeln. Die gemeinsame Sorge für gute Pflege und Erziehung der erzeugten Kinder, die schon bei vielen Thieren als Brutpflege (Neomalie) besteht, führt zu mannigfaltig verschiedener Ausbildung des Familienlebens und der Schule. Aber erst mit der höheren

Cultur-Entwickelung beginnt jene Verfeinerung der Geschlechtsliebe, die nicht in dem vorübergehenden Sinnesrausch der Begattung, sondern in der seelischen Wechselwirkung beider Geschlechter und in beständigem, innigem, geistigem Zusammenleben ihre höchste Befriedigung findet. Das Schöne verbindet sich dann mit dem Guten und Wahren zur harmonischen Dreieinigkeit. Die Liebe ist daher schon seit Jahrtausenden zur wichtigsten Quelle der ästhetischen Veredelung des Menschen in jeder Beziehung geworden; unerschöpflich haben aus diesem Urquell alle Künste ihre Nahrung bezogen: Dichtkunst und Tonkunst, Malerei und Bildhauerei. Für die einzelne Person des höheren Culturmenschen hat aber die culturelle Liebe nicht nur deshalb den größten Werth gewonnen, weil damit der natürliche und unzähmbare Geschlechtstrieb in reinster und edelster Form befriedigt wird, sondern auch weil der gegenseitige geistige Einfluß beider Geschlechter auf einander, ihre gegenseitige Ergänzung und der gemeinsame Genuß der höchsten idealen Lebensgüter auf den einzelnen Charakter selbst in höchstem Maße veredelnd wirkt. Eine wirklich gute und glückliche Ehe (— wie sie allerdings heute nicht sehr häufig ist —) darf daher vom psychologischen wie vom rein physiologischen Gesichtspunkte aus als das erstrebenswertheste Lebensziel für jeden einzelnen höheren Culturmenschen betrachtet werden.

Socialer Werth der culturellen Fortpflanzung. Da die veredelte Ehe die beste Form der Familien-Bildung und somit auch die solideste Grundlage der Staatenbildung ist, so leuchtet auch der hohe sociale Werth derselben ohne Weiteres ein. Die liebevolle Neigung und gegenseitige Hingabe der beiden Geschlechter erfüllt in höchstem Maße das goldene Grundgesetz der Sittenlehre, das Gleichgewicht zwischen Egoismus und Altruismus. Sehr richtig bemerkt hierüber Fritz Schultze in seiner Vergleichenden Seelenkunde (II. Theil, 1897, S. 97): „Wir dürfen die Ursachen dieses Altruismus nicht auf dem transscendenten Gebiete des Uebernatürlichen oder in irgend welchen metaphysischen Ab-

stractionen suchen, müssen vielmehr auch hier auf die allerrealsten natürlichen Eigenschaften der organischen Wesen zurückgehen — und da kann es keine Frage sein, daß allein der organische sowohl physisch als auch psychisch motivirte Geschlechtstrieb die ursprüngliche und ewig fortdauernde Quelle aller noch so vergeistigten Liebe und damit aller eigentlichen ethischen, auf den sympathischen Gefühlen aufgebauten Sittlichkeit ist. — Zwei Urtriebe sind allen organischen Wesen eigen: der der Selbsterhaltung und der der Arterhaltung. Jener ist der zwingende Beweggrund des Egoismus, dieser die Triebfeder des Altruismus; aus jenem entspringen alle feindlichen, aus diesem alle freundlichen Gefühle und Antriebe. Jedes Wesen will auf Grund seines Selbsterhaltungsdranges zunächst sich selbst ernähren und schützen; aber der mächtige Zauber des Arterhaltungstriebes erwacht bald in ihm; es fühlt den Geschlechtsdrang und glaubt in der Befriedigung desselben nur seiner egoistischen Lust zu fröhnen. Hierin irrt es sich; in Wahrheit dient es nicht sich, sondern dem Ganzen, der Art, der Gattung. Die Gluth der Liebe entbrennt in ihm; und mag diese Liebe zuerst noch so sinnlich sein, dies neue Gefühl ist ein Gefühl unleugbarer Zusammengehörigkeit und gegenseitiger Theil- und Rücksichtnahme, welches nicht bloß sich allein, sondern das Andere, nicht bloß das eigene, sondern das Wohl des Anderen im Auge hat, welches nur im Wohl des Anderen das eigene Wohl findet. Und wenn dies Gefühl zuerst nur zwischen den beiden Zeugenden entsteht und sie zusammen bindet, so erweitert es sich, so wie die Gezeugten ins Leben treten, und überträgt sich als Elternliebe auf die Kinder. — So entwickelt sich aus dem physisch wie psychisch gleich stark begründeten Geschlechtsdrange der Arterhaltung die Liebe als Gatten-, Eltern-, Kinder-, Nächstenliebe. Der rücksichtslose Egoismus geht in opferfreudige Selbstsuchtlosigkeit bis zur Aufgebung des eigenen Lebens für die Jungen über; in dieser organisch und natürlich begründeten Familienliebe und in dem daraus hervorgehenden Familiensinn wurzeln alle sympathischen und echt ethischen, altruistischen Triebe; von hier

aus erst übertragen sie sich auf weitere Kreise. — Daher ist mit Recht die **Familie** als Grundquell alles wahrhaft sittlichen Fühlens und Lebens zu betrachten, aber nicht bloß in der Menschenwelt; dasselbe gilt mit demselben Rechte auch für die Thierheit." Die voraussichtliche Veredelung des Familienlebens durch die höhere Cultur der Zukunft wird für diese Auffassung neue Beweise liefern.

Persönlicher Werth der culturellen Bewegungs-Art. Wenn wir jetzt einen Blick auf die Vorzüge der modernen, durch Cultur erworbenen Ortsbewegung des Menschen, im Gegensatze zu den einfachen Locomotions-Formen des Wilden werfen, so mag zunächst daran erinnert werden, daß die ältesten Menschen, gleich ihren directen Vorfahren, den Menschenaffen, kletternd auf Bäumen lebten und erst zeitweise zum Laufen auf der Erde übergingen. Erst ein Theil der höheren Wilden fing an, das Pferd zum Reiten zu benutzen und zu zähmen. Viele Bewohner von Küsten und Inseln fingen frühzeitig an, Kähne zum Schiffen zu bauen. Erst später erfanden Barbaren den Wagen, und noch viel später wurden von Civilvölkern Straßen gebaut und der Wagen-Verkehr verbessert. Aber erst das 19. Jahrhundert brachte uns den unschätzbaren Fortschritt der schnellen und bequemen Locomotion, den wir den Eisenbahnen und Dampfschiffen verdanken. Das ganze Verkehrswesen ist durch dieselben von Grund aus umgestaltet worden, und in den letzten Decennien ist dazu noch durch den überraschenden Aufschwung der Elektrotechnik ein neues Beschleunigungs-Moment gewonnen worden. Unsere modernen Begriffe von Raum und Zeit sind ganz andere geworden, als die unserer Eltern vor 60 und unserer Großeltern vor 90 Jahren. Wir durchfahren mit dem Schnellzuge in einer Stunde eine Strecke, für die die Postkutsche früher das Fünffache und der Fußgänger das Zehnfache brauchte. Ja die Versuche mit der Berliner elektrischen Schnellbahn haben neuerdings gezeigt, daß wir im stande sind, in einer Stunde mehr als 200 Kilometer zurückzulegen. Die Reise von Europa nach Indien legen wir jetzt auf dem Schnell-

dampfer in drei Wochen zurück, während früher ein Segelschiff ebenso viele Monate dazu gebrauchte. Der colossale Zeitgewinn, den wir dadurch jetzt erreichen, bedeutet eine entsprechende kostbare Verlängerung unserer Lebensdauer. Dasselbe gilt von den beschleunigten Formen der Ortsbewegung, die wir den Automobilen, Velocipeden u. s. w. verdanken. Der volle Werth dieses ungeheuren Culturfortschritts ist zwar für Jedermann leicht einzusehen; er wird aber richtig gewürdigt nur von denjenigen, die längere Zeit in einem uncultivirten Lande ohne fahrbare Straßen oder unter Wilden gelebt haben, die lediglich auf ihre Beine zur Ortsbewegung angewiesen sind.

Socialer Werth der culturellen Bewegungsarten. Nicht minder hoch als für den einzelnen Culturmenschen ist der Werth der modernen Locomotions-Fortschritte für den Staat selbst. Wenn wir den Staat als einheitlichen Organismus höherer Ordnung auffassen, so entspricht die Entwickelung seines Verkehrs in mehrfacher Hinsicht derjenigen des Blutkreislaufs innerhalb der einzelnen Wirbelthier-Person. Der leichte, schnelle und billige Transport der Lebens-Bedürfnisse vom Centrum nach den entferntesten Landestheilen, die entsprechende Entwickelung des Eisenbahn-Netzes und des Dampfschiff-Verkehrs sind bis zu einer gewissen Grenze direct als Gradmesser der Culturstufe anzusehen. Dazu kommt noch der Gewinn einer großen Zahl von verschiedenen Beamtenstellen, die Tausenden von Personen eine sichere Anstellung und ausreichenden Lebensunterhalt gewähren.

Persönlicher Werth der culturellen Empfindungs-Mittel. Wenn wir das weite Gebiet der Empfindungs-Thätigkeiten des Culturmenschen mit der viel einfacheren des Naturmenschen vergleichen, müssen wir zunächst die Leistungen der äußeren Sinnesorgane, dann aber die inneren Sinnesvorgänge in der Großhirnrinde in Betracht ziehen. In Bezug auf beiderlei Sinnesthätigkeit hat neuerdings Fritz Schultze in seiner „Psychologie der Naturvölker“ (1900, S. 21—45) mit Recht betont, daß der

wilde Naturmensch ein Sinnesmensch sei, der Culturmensch hingegen ein Geistesmensch. Wenn wir uns erinnern, daß unsere höheren Seelenfunctionen, die eigentliche centrale Geistesthätigkeit (Empfinden und Wollen, Vorstellen und Denken) anatomisch an das Phronema geknüpft ist (an die Denkorgane der Großhirnrinde), die innere Sinneswahrnehmung dagegen an das centrale Sensorium (an die Sinnesherde derselben), so dürfen wir annehmen, daß das letztere bei den Wilden, das erstere bei den Culturmenschen höher entwickelt ist. Die äußere Sinnesthätigkeit ist bei den Wilden quantitativ stärker, qualitativ schwächer, als beim Culturmenschen; das gilt besonders mit Bezug auf die feineren und verwickelteren Sinnesfunctionen, die wir als ästhetische Empfindungen bezeichnen und die die Urquelle der Kunst und Poesie bilden. Am stärksten entwickelt ist beim Wilden (viel schärfer als beim Culturmenschen) die Schärfe der objectiven Fernsinne (Gesicht, Gehör, Geruch), da sie ihm die äußeren Objecte, die mit ihnen verbundenen Vorzüge oder Gefahren, aus weiter Entfernung zeigen. Umgekehrt verhält es sich mit den subjectiven Nahsinnen, die durch unmittelbare Berührung der Objecte erregt werden und vorzugsweise dem sinnlichen Genusse dienen: Geschmack, Geschlechtssinn, Gefühl oder Tastsinn und Wärmesinn. Aber in beiden Sphären der Sinnesthätigkeit ist der Culturmensch dem Wilden unendlich überlegen in Bezug auf die feineren Abstufungen und besonders die ästhetische Ausbildung. Dazu kommt noch, daß die moderne Cultur dem Menschen durch sinnreiche Erfindungen die Mittel verschafft hat, seine natürlichen Sinnesfähigkeiten außerordentlich zu steigern und zu vervollkommnen; wir erinnern nur an die weiten Erkenntniß-Gebiete, die unserem Auge durch das Mikroskop und Teleskop erschlossen worden sind, an die verfeinerten chemischen Methoden der Kochkunst u. s. w. Die feineren ästhetischen Genüsse, die uns die hochentwickelte Kunst gestattet, bildende Kunst für das Auge, Tonkunst für das Ohr, Parfümirkunst für die Nase, Kochkunst für die Zunge, sind den Wilden größtentheils unver-

ständlich, obwohl sie z. B. auf weite Entfernung viel schärfer sehen, hören und riechen als der Culturmensch. Auch im Genusse der Nahsinne (Geschmack, Geschlecht, Gefühl) sind sie auf rohe Massenwirkung bedacht, aber nicht auf feinere ästhetische Unterscheidung.

Socialer Werth der culturellen Empfindungsmittel. Ebenso wie für den persönlichen Lebenswerth des einzelnen Culturmenschen, ist auch für den socialen Werth seiner staatlichen Organisation die verfeinerte Sinnesthätigkeit der Staatsbürger und der damit verknüpfte ästhetische Genuß von höchster Bedeutung. Hier tritt vor Allem der unschätzbare Werth der hoch entwickelten Kunst und Wissenschaft in den Vordergrund, die Hochschätzung und Förderung derselben durch den Staat und ihre frühzeitige Verwerthung für die Jugendbildung. In Zukunft sollten daher die höheren Culturvölker viel mehr als bisher darauf bedacht sein, im Unterricht von früher Jugend an die Sinne ebenso wie den Verstand zu schärfen, die Kinder zu scharfer Beobachtung der Naturobjecte und Wiedergabe ihrer Formen durch naturgetreue Zeichnung anzuleiten. Ferner sollte im Unterricht der Kunstsinn durch Vorführung von Bildwerken und ästhetische Uebungen gefördert, der Erziehung zum Kunstgenuß ein größerer Platz neben dem Einlernen des realen Wissens eingeräumt und durch Spaziergänge und Reisen das Gefühl für die Schönheiten der Natur frühzeitig geweckt werden. Dann würden den Culturkindern frühzeitig unerschöpfliche Quellen des feinsten und edelsten Lebensgenusses eröffnet werden, von denen der rohe Wilde noch keine Ahnung hat.

Persönlicher Werth des culturellen Geisteslebens. Die höhere Seelenthätigkeit, die der Culturmensch als sein „Geistiges Leben" bezeichnet und häufig als ein ganz besonderes, nur dem Menschen zukommendes „Lebenswunder" betrachtet, ist lediglich eine höhere Entwickelungsstufe derselben psychischen Thätigkeit, die wir beim Naturmenschen auf viel niederer Stufe antreffen, und die dieser mit den höheren Wirbelthieren theilt. Die vergleichende Psychologie lehrt uns die lange „Stufenleiter der Seele" kennen,

die ich im 7. Kapitel der „Welträthsel" aufgestellt habe, und die von den einfachen Zellseelen der Protisten zu den unbewußten Reflex-Seelen und Instincten der niederen Gewebthiere hinaufführt, von diesen zu den bewußten Seelen der höheren Metazoen und des Menschen. Die vergleichende Anatomie und Ontogenie des Nervensystems hat im Central-Nervensystem der höheren Thiere uns das Organ dieser bewußten Seelenthätigkeit nachgewiesen, und die vergleichende Histologie und Pathologie des Gehirns hat uns deren speciellen Sitz in den Denkherden oder Associonscentren der Großhirnrinde kennen gelehrt. Die Associon der Vorstellungen (oder die Association der Dokesen), die hier im Phronema stattfindet, die Verknüpfung der Eindrücke der Sinnes-Empfindungen, der Denkthätigkeit und der Willensimpulse, zeigt wiederum eine lange Scala der Entwickelung. Auf dieser Stufenleiter ist der intellectuelle Abstand zwischen den höchstentwickelten Culturmenschen (z. B. dem Genius eines Darwin, Laplace, Kant) und einem rohen Wilden (z. B. Akka, Wedda, Australneger) viel größer als der Abstand zwischen den letzteren und den nächststehenden Menschenaffen (Orang, Schimpanse, Gibbon) oder einem hoch entwickelten Culturthiere (Hund, Pferd, Elephant). Die geistigen Bedürfnisse und Thätigkeiten der niedersten Wilden überschreiten nur wenig das Höhenmaß der letzteren, während sich die unsterblichen Leistungen unserer größten Geisteshelden, Philosophen und Naturforscher, Dichter und Künstler himmelhoch darüber erheben. Besonders charakteristisch ist der Gegensatz zwischen dem sinnlich-concreten Denken des Naturmenschen und dem begrifflich-abstracten Denken des Culturmenschen. Fritz Schultze hat in seiner „Psychologie der Naturvölker" (S. 36—138) auf diesen bedeutungsvollen Unterschied mit Recht besonders hingewiesen. Es bedarf keiner weiteren Ausführung, um danach den hohen persönlichen Werth des Culturlebens für die Geistesthätigkeit jedes einzelnen Gebildeten zu bemessen. Es genügt, daran zu erinnern, welche unermeßlichen Geistesschätze Jedem von uns am Schlusse

des 19. Jahrhunderts zur Verfügung stehen, Schätze, von deren Umfang und Tiefe unsere Großeltern im Beginne desselben noch keine Ahnung haben konnten.

Socialer Werth des culturellen Geisteslebens. In gleichem Maße wie der einzelne Culturmensch im 19. Jahrhundert eine ungeahnte Erhöhung seines persönlichen Lebenswerthes durch die Culturfortschritte auf allen Gebieten erfahren hat, ist auch der moderne Culturstaat in vielen Beziehungen mächtig fortgeschritten. Die Verknüpfung der zahlreichen Entdeckungen und Erfindungen auf allen Gebieten der Naturerkenntniß und Technik, die Associon der Fortschritte im Verkehr und dem Erwerbsleben, in allen Künsten und Wissenschaften mußten naturgemäß auch eine höhere Entwickelung der gesammten Geistesthätigkeit im modernen Culturstaat zur Folge haben. Niemals, so lange die Erde besteht, hat die wahre Wissenschaft und deren Grundlage, die Naturerkenntniß, auf einer solchen erstaunlichen Höhe gestanden wie jetzt im Beginne des 20. Jahrhunderts. Niemals ist der menschliche Geist so tief in die dunkelsten Geheimnisse der Natur eingedrungen, ist so hoch zu der theoretischen Ueberzeugung von ihrer Einheit emporgestiegen und hat diese Erkenntniß in der Technik und Praxis des menschlichen Lebens so vielseitig verwerthet, wie in der Gegenwart. Diese glänzenden Triumphe des Culturmenschen sind aber nur dadurch möglich geworden, daß die verschiedensten Kräfte durch weitgehende Arbeitstheilung zusammen wirkten und daß die mächtigsten Culturnationen in löblichem Wetteifer ihre reichen Hülfsmittel den gemeinsamen großen Zielen dienstbar machten.

Indessen sind wir auch heute noch weit von der wirklichen Erreichung dieser Ziele entfernt. Die sociale Organisation unserer Culturstaaten ist nur zum Theile so hoch entwickelt, zum anderen Theile weit zurückgeblieben. Leider gilt noch immer das Wort von Alfred Wallace, das ich im 1. Kapitel der „Welträthsel“ citirt habe (S. 8): „Verglichen mit unseren erstaunlichen Fortschritten in den physikalischen Wissenschaften und in ihrer praktischen

Anwendung, bleibt unser System der Regierung, der administrativen Justiz, der National-Erziehung und unsere ganze sociale und moralische Organisation in einem Zustande der Barbarei." Diesen Zustand werden die höheren Culturvölker im Laufe der nächsten Jahrhunderte erst dann allmählich überwinden, wenn sie die reine Vernunft als höchste Richtschnur des Handelns an die Stelle des blinden Glaubens und der traditionellen Autorität setzen und wenn sie „die Stellung des Menschen in der Natur" endlich richtig begreifen lernen.

Schätzungswerth des Menschenlebens. Wenn wir Alles zusammenfassen, was unsere kurze Uebersicht über die Werthsteigerung des Menschenlebens durch die Culturfortschritte ergiebt, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß sowohl der persönliche als der sociale Werth des modernen Culturmenschen ungeheuer hoch über denjenigen seiner wilden Ahnen sich erhoben hat. Unser modernes Culturleben ist unendlich reich an den höchsten geistigen Interessen, die sich an den Besitz der hoch entwickelten Kunst und Wissenschaft knüpfen. Wir leben ruhig und behaglich in geordneten socialen und staatlichen Verbänden, die eine sorglose Sicherheit der Person und des Eigenthums verbürgen. Unser persönliches Leben ist mehr als hundertmal so schön, so lang und so werthvoll als dasjenige des wilden Naturmenschen, weil es mehr als hundertmal so reich an mannigfaltigen Interessen, Erlebnissen, Erfahrungen und Genüssen ist. Freilich ist aber auch innerhalb des Cultur-Lebens die Abstufung des Lebenswerthes außerordentlich groß. Denn je weiter die Differenzirung der Stände und Klassen in Folge der nothwendigen Arbeitstheilung im Culturstaate geht, desto größer werden die Unterschiede zwischen den hochgebildeten und ungebildeten Klassen der Bevölkerung, desto verschiedener ihre Interessen und Bedürfnisse, also auch ihr Lebenswerth. Am größten erscheint dieser Unterschied natürlich dann, wenn man den Blick zu den „führenden Geistern" des Jahrhunderts oben auf den höchsten Höhen der Culturmenschheit erhebt und wenn man sie mit

der Masse der niederen Durchschnittsmenschen vergleicht, die tief unten im Thal ihren einförmigen und mühseligen Lebenspfad mehr oder weniger stumpfsinnig wandeln.

Persönlicher und socialer Schätzungswerth des Lebens. Ganz anders als der denkende Culturmensch über den persönlichen Werth seines eigenen Lebens und desjenigen seiner Mitmenschen urtheilt der Culturstaat, dessen Glied er ist. Der moderne Staat verlangt von seinen Staatsbürgern zu seinem Schutze die allgemeine Wehrpflicht und fordert von jedem das gleiche Opfer seiner persönlichen Existenz; (in Deutschland hat nur der katholische Clerus das Privilegium, von diesem Opfer frei zu sein!). Für unsere Justiz ist der Werth jedes einzelnen Menschenlebens derselbe, gleichviel, ob es ein Embryo von sieben Monaten ist oder ein neugebornes Kind (das noch kein Bewußtsein hat!), ein taubstummer Cretin oder ein hochbegabter Genius. Dieser Unterschied zwischen der persönlichen und der socialen Schätzung des Lebenswerthes zeigt sich auch in den gesammten Moral-Grundsätzen. Der Krieg gilt noch heute vielen Culturvölkern als ein unvermeidliches Uebel, ebenso wie den Barbaren der persönliche Mord und die Blutrache; und doch steht der Massenmord, für dessen Zurüstung der Culturstaat seine größten Mittel verwendet, in schneidendem Gegensatz zu den milden Lehren der christlichen Liebe, die er durch seine angestellten Priester jeden Sonntag feierlich predigen läßt.

Die wichtigste Aufgabe des neuen Culturstaates wird es sein, eine naturgemäße Harmonie zwischen der socialen und der persönlichen Werthschätzung des Menschenlebens herbeizuführen. Dazu ist vor Allem eine gründliche Reform des Schul-Unterrichts und der National-Erziehung, der Justiz und der Social-Organisation erforderlich. Erst dann werden wir die Barbarei des Mittelalters überwinden, von der Wallace mit Recht spricht; heute äußert sie noch überall ihre Macht in unserem Strafrecht und unseren Standes-Privilegien, in der beklagenswerthen Scholastik des Unterrichts und der Theokratie der Kirche.

Subjectiver und objectiver Lebenswerth. (Individuelle und generelle Schätzung des Lebens.) Zunächst ist für jeden einzelnen Organismus sein individuelles Leben nächster Zweck und höchster Werth. Daher rührt das allgemeine Streben nach Selbsterhaltung, das im anorgischen Gebiete auf das physikalische „Gesetz der Trägheit" zurückgeführt werden kann. Diesem subjectiven Lebenswerthe steht der objective gegenüber, der auf der Bedeutung des Einzelwesens für die Außenwelt beruht. Letztere wächst um so mehr, je höher der Organismus sich entwickelt und je tiefer er in das allgemeine Gesammtgetriebe des Lebens eingreift. Die wichtigsten von diesen Beziehungen sind diejenigen, welche auf der Arbeitstheilung gleichartiger Individuen beruhen, und auf ihrer Association oder Vereinigung zu einem höheren Ganzen. Das gilt ebenso von den Zellenstaaten, die wir Gewebe und Personen nennen, wie von den Stöcken der höheren Pflanzen und Niederthiere, von den Herden und Staaten der Oberthiere und des Menschen. Je höher sich diese durch fortschreitende Arbeitstheilung entwickeln, je inniger der gegenseitige Bedarf der differenzirten Individuen wird, desto höher steigt der objective Lebenswerth der letzteren für das Ganze, desto mehr sinkt aber zugleich der subjective Werth der Individuen. Daraus entsteht ein beständiger Kampf zwischen den Interessen der Einzelwesen, die ihren besonderen Lebenszweck verfolgen, und denjenigen des Staates, für dessen Zwecke dieselben nur Werth haben als Theile einer Maschine.

Achtzehntes Kapitel.

Lebenssitten.

Anpassung und Gewohnheit. Instinct und Moral. Mode und Vernunft.

„Kant's Ruf, die personificirte Wahrhaftigkeit zu sein, ist unverdient. Er war die personificirte Verlegenheit, und seine Lügen bewegen sich nicht auf dem richtigen Gebiete. Die Lüge gehört in's Leben; das Leben bedarf der Lüge. Aber die Lüge gehört nicht in die Philosophie. Kant war ehrlich im Leben und log in der Philosophie. — Wenn man Kant's Unklarheiten und Unehrlichkeiten sämmtlich anführen wollte, so müßte man seine sämmtlichen Werke citiren. — Kant, der Moralphilosoph, ist halb Schelm, halb schwachsinnig; Schelm, insofern er mit furchtbarem Ernst aus dem tiefen und dunklen Brunnen philosophischer Forschung hinauf befördert, was er doch heimlich hinein gelegt hat: Staats- und Kirchen-Erfordernisse; schwachsinnig, insofern er bis zu einem gewissen Grade sich selbst einredet, seine Resultate entsprängen ehrlicher philosophischer Arbeit. — Kant's Ethik kann auf verschiedenen Punkten angegriffen werden, und jeder Angriff vernichtet sie. Die Mumie, irgendwo berührt, zerfällt in Staub. — Kategorische Imperative sind Abbreviaturen, welche Kant nicht zu lesen verstand; er hielt die Abkürzung für einen vollständigen Satz."

Paul Rée (1903),
Die Philosophie Kant's. Berlin.

Inhalt des achtzehnten Kapitels.

Dualistische Ethik. Kategorischer Imperativ. Monistische Ethik. Sitte und Anpassung. Variation und Anpassung. Gewohnheit. Chemismus der Gewohnheit. Trophischer Reiz. Gewöhnung der Anorgane. Instincte. Sociale Instincte. Instinct und Sitte. Recht und Pflicht. Sitte und Sittlichkeit. Gut und böse. Sitte und Mode. Sexuelle Selection. Mode und Schamgefühl. Mode und Vernunft. Ceremonien und Cultus. Mysterien und Sacramente. Taufe. Abendmahl. Transsubstantiation. Erlösungs-Wunder. Sacramente des Papismus. Ehe. Moden der Gegenwart. Ehre. Phylogenie der Sitten.

Literatur.

Immanuel Kant, 1788. Kritik der praktischen Vernunft. Königsberg.

Bartholomaeus Carneri, 1871. Sittlichkeit und Darwinismus. Drei Bücher Ethik. 1891. Der moderne Mensch. Versuche über Lebensführung. Entwickelung und Glückseligkeit. 1886. Stuttgart.

Herbert Spencer, 1873–1893. Thatsachen und Principien der Ethik. Deutsch von B. Vetter. Stuttgart.

Benjamin Vetter, 1890. Die moderne Weltanschauung und der Mensch. (Sechs Vorträge.) 4. Aufl., 1902. Jena.

Arthur Schopenhauer, 1841. Fundamente der Ethik. Frankfurt.

Max Nordau, 1883. Die conventionellen Lügen der Culturmenschheit. 12. Aufl. 1886. Leipzig.

M. Fischer, Modethorheiten. Augsburg.

W. Kleinwächter, 1880. Zur Philosophie der Mode. Berlin.

Alfred Brehm, 1876. Illustrirtes Thierleben. 12 Bde. 3. Aufl., 1893. Leipzig.

Heinrich Ernst Ziegler, 1904. Der Begriff des Instinctes einst und jetzt. Jena.

Heinrich Matzat, 1903. Philosophie der Anpassung, mit besonderer Berücksichtigung des Rechtes und des Staates. Jena.

Friedrich Nietzsche, 1882. Die fröhliche Wissenschaft. 1895. Der Wille zur Macht. I. Theil. Antichrist. Leipzig.

Theobald Ziegler, 1881—1892. Geschichte der Ethik. Bonn.

Friedrich Jodl, 1882—1889. Geschichte der Ethik in der neueren Philosophie.

Paul Rée, 1903. Philosophie (Nachgelassenes Werk). (I. Die Entstehung des Gewissens. II. Die Materie. III. Das Causalgesetz. IV. Die Eitelkeit. V. Erkenntniß-Theorie. VI. Die Philosophie Kant's und Schopenhauer's. VII. Die Willensfreiheit. VIII. Die Religion, Moral und Psychologie. Berlin.)

Das praktische Leben des Menschen, wie aller socialen höheren Thiere, wird von Trieben und Gewohnheiten beherrscht, die man allgemein als **Sitten** bezeichnet. Die Wissenschaft von diesen Sitten (Mores), die **Moral** oder **Ethik**, wird von dem herrschenden Dualismus als eine sogenannte „Geisteswissenschaft" betrachtet und einerseits mit der Religion, anderseits mit der Psychologie eng verknüpft. Während des 19. Jahrhunderts blieb diese dualistische Auffassung namentlich deshalb in allgemeiner Geltung, weil die gewaltige Autorität von **Kant** mit seinem Dogma vom „**kategorischen Imperativ**" ihr eine scheinbar absolute Unterlage gegeben hatte und weil sie sich unmittelbar an die Glaubenslehren der christlichen Kirche anschließen ließ. Unser Monismus dagegen betrachtet die Ethik (wie alle Wissenschaft überhaupt) als „**Naturwissenschaft**" und geht von der Ueberzeugung aus, daß die Sitten nicht übernatürlichen Ursprungs, sondern durch Anpassung der socialen Säugethiere an die natürlichen Existenz-Bedingungen erworben, also auf physikalische Gesetze zurückzuführen sind. Die moderne Biologie erblickt demnach in den Sitten keine metaphysischen „Lebenswunder", sondern die Wirkung von physiologischen Thätigkeiten des Organismus.

Dualistische Ethik. Unser ganzes modernes Culturleben ist noch heute in den Irrthümern befangen, welche die traditionelle, auf „Offenbarung" gegründete Moral, eng verknüpft mit den Glaubenslehren der Religion, ihr aufgebürdet hat. Das Christenthum hat die „zehn Gebote" des Moses aus der älteren jüdischen

Religion übernommen und mit der mystischen Metaphysik des Platonismus zu einem mächtigen Moral-Gebäude vereinigt. In der Neuzeit war es vor Allen Kant, der demselben in seiner „Kritik der praktischen Vernunft“ eine einflußreiche metaphysische Grundlage gab und die drei großen „Centraldogmen der Metaphysik“ als deren unerschütterliche Pfeiler hinstellte: den persönlichen Gott, die unsterbliche Seele und die Freiheit des Willens. Der innige Zusammenhang dieser drei mächtigen Dogmen unter einander und ihr bestimmender Einfluß auf die praktische Vernunft der Sittenlehre wurde besonders dadurch wichtig, daß Kant für letztere das Dogma des kategorischen Imperativs aufstellte.

Der kategorische Imperativ. Die außerordentliche Bedeutung, die Kant's dualistischer Philosophie noch heute beigemessen wird, beruht großentheils darauf, daß derselbe der praktischen Vernunft den Primat oder den Vorrang vor der theoretischen reinen Vernunft einräumte. Das unbedingte Sittengesetz, für das Kant allgemeine Geltung verlangte, drückte sein „kategorischer Imperativ“ in folgender Formel aus: „Handle jederzeit so, daß die Maxime (oder der subjective Grundsatz deines Willens) zugleich als Princip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könnte.“ Ich habe bereits im 19. Kapitel der „Welträthsel“ gezeigt, daß dieser „kategorische Imperativ“, ebenso wie die Lehre vom „Ding an sich“, auf dogmatischen, nicht auf kritischen Grundlagen beruht. Es ist daher von Interesse, zu sehen, wie Schopenhauer, der sich sonst so vielfach an Kant anschloß, sich über dieses wichtige Problem äußert; er sagt: „Kant's kategorischer Imperativ wird in unseren Tagen meistens unter dem weniger prunkenden, aber glatteren und currenteren Titel ‚Das Sittengesetz‘ eingeführt. Die täglichen Compendienschreiber vermeinen mit der gelassenen Zuversicht des Unverstandes, die Ethik begründet zu haben, wenn sie nur sich auf jenes unserer Vernunft angeblich innewohnende ‚Sittengesetz‘ berufen, und dann getrost jenes weitschweifige und confuse Phrasengewebe darauf setzen, mit dem sie die klarsten und einfachsten Ver-

hältnisse des Lebens unverständlich zu machen verstehen; — ohne bei solchem Unternehmen jemals sich ernstlich gefragt zu haben, ob denn auch wirklich so ein ‚Sittengesetz' als bequemer Codex der Moral in unserem Kopf, Brust oder Herzen geschrieben stehe. Dieses breite Ruhepolster wird der Moral weggezogen durch den Nachweis, daß Kant's ‚kategorischer Imperativ der praktischen Vernunft eine völlig unberechtigte, grundlose und erdichtete Annahme ist'. Wie die ganze Lehre von der ‚praktischen Vernunft' bei Kant nicht auf kritischen, sondern auf dogmatischen Grundlagen beruht, so ist auch sein kategorischer Imperativ das reine Dogma; ein Glaubenssatz der Dichtung, der den empirischen Erkenntnissen der unbefangenen reinen Vernunft direct widerspricht."

Das Pflichtgebot, wie es der kategorische Imperativ als ein unbedingtes, a priori der menschlichen Seele eingepflanztes Gesetz ansieht — als einen moralischen Instinct —, ist in Wahrheit auf eine lange Kette von phyletischen Umbildungen im Phronema der Großhirnrinde zurückzuführen. Die Pflicht selbst ist ein „sociales Gebot", das a posteriori in Folge der complicirten Wechselbeziehungen zwischen dem Egoismus der Individuen und dem Altruismus ihrer Gesellschaft sich historisch entwickelt hat. Das Pflichtgefühl oder Gewissen ist Bestimmbarkeit des Willens durch das Bewußtsein der Pflicht, das individuell sehr verschieden sich abstuft.

Monistische Ethik. Unsere naturwissenschaftliche Betrachtung der Sittengesetze, gestützt auf vergleichende Physiologie und Entwickelungsgeschichte, Ethnographie und Culturgeschichte, lehrt uns, daß die Sittengesetze auf biologischer Basis beruhen und sich auf natürlichem Wege entwickelt haben. Unsere ganze heutige Moral, Staatsordnung und Rechtsordnung, hat sich im Laufe des 19. Jahrhunderts aus älteren, niederen Zuständen entwickelt, die wir heute großentheils als „überwunden" betrachten. Die ältere Civil-Moral des 18. Jahrhunderts ist wiederum aus der vorhergehenden Ethik

des 17. und 16. hervorgegangen, ebenso wie diese aus der Barbaren-Moral des Mittelalters, mit ihrem Despotismus und Kirchen-Fanatismus, ihren Inquisitionen und Hexen-Processen. Ebenso unzweifelhaft lehrt uns die neuere Ethnographie und die vergleichende „Psychologie der Naturvölker" (Fritz Schultze, 1902), daß die Moral der Barbaren-Völker sich stufenweise aus den niederen socialen Zuständen der Wilden entwickelt hat, und diese unterscheiden sich von den Instinkten der socialen Affen und anderer socialer Wirbelthiere nur dem Grade, nicht der Art nach. Unbefangene vergleichende Psychologie der Vertebraten zeigt uns weiterhin, wie die socialen Instincte der Säugethiere und Vögel aus den niederen Stufen der Reptilien und Amphibien, und diese wiederum aus denjenigen der Fische und der niedersten Wirbelthiere hervorgegangen sind. Endlich überzeugt uns die Phylogenie der Wirbelthiere, daß dieser höchst entwickelte Stamm aus einer langen Ahnen-Reihe von wirbellosen Gewebthieren (Chordonien, Vermalien, Gastraeaden) und diese wiederum aus einer Reihe von Protisten durch allmähliche Umbildung entstanden sind. Unter diesen Einzelligen (anfangs Protophyten, später Protozoen) findet sich bereits das wichtigste Princip der „Gesittung", die Associon oder Bildung von „Zellvereinen". Die Anpassung der vereinigten Zellen-Individuen an einander und an die gemeinsamen Existenz-Bedingungen der Außenwelt ist die physiologische Grundlage der primitivsten Anfänge der Moral bei den Protisten. Alle Einzelligen, die ihr isolirtes Eremiten-Leben aufgeben und sich zu Coenobien oder Zellvereinen verbinden, sind aber dadurch schon gezwungen, ihren natürlichen Egoismus einzuschränken und wegen der Gemeinsamkeit der socialen Interessen dem Altruismus Zugeständnisse zu machen. Schon bei den kugelförmigen schwärmenden Coenobien von Volvox und Magosphära entspringt die besondere Form und Bewegungsart, die „Sitte" der Fortpflanzung, aus dem Compromiß zwischen den egoistischen Trieben der einzelnen Zellen und dem altruistischen Bedürfniß des Zellvereins.

Sitte und Anpassung. Die sogenannte „Sitte", gleichviel ob im engeren oder weiteren Sinne gefaßt, ist stets auf die physiologische Function der *Anpassung* zurückzuführen, die mit der Selbsterhaltung des Organismus durch *Ernährung* auf das Innigste zusammenhängt. Die Veränderung im Plasma, welche der trophische Reiz bedingt, ist stets in der chemischen Energie des Stoffwechsels begründet (Kapitel 9). Es wird daher zweckmäßig sein, hier zunächst den Begriff der Anpassung klar festzustellen. Ich habe denselben 1866 (im 19. Kapitel der „Generellen Morphologie") folgendermaßen definirt (S. 191): „Die Anpassung (Adaptatio), oder Abänderung (Variatio) ist eine allgemeine *physiologische Function* der Organismen, welche mit der fundamentalen Function der Ernährung unmittelbar zusammenhängt. Sie äußert sich in der Thatsache, daß jeder individuelle Organismus sich durch den Einfluß der äußeren Existenz-Bedingungen verändert und Eigenschaften erwerben kann, welche seine Voreltern nicht besaßen. — Die Ursachen der Veränderlichkeit bestehen wesentlich in einer materiellen Wechselwirkung zwischen Theilen des Organismus und der ihn umgebenden Außenwelt. — Die Veränderlichkeit (Variabilitas), oder Anpassungsfähigkeit (Adaptabilitas) ist also keineswegs eine besondere organische Function, sondern beruht auf dem materiellen, physikalisch-chemischen Processe der Ernährung." Die bezüglichen weiteren Ausführungen dieser mechanischen Auffassung der Anpassung, die ich dort vor 38 Jahren gegeben habe, und die wenig Beachtung gefunden haben, sind im 10. Vortrage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" kurz wiedergegeben.

Anpassung und Variation. Der Begriff der Anpassung und seine Beziehung zur Abänderung ist vielfach verschieden und abweichend von der obigen Definition aufgefaßt worden. In neuester Zeit hat namentlich *Ludwig Plate* jenen Begriff eingeschränkt und will unter Anpassung nur die dem Organismus *nützlichen* Abänderungen verstanden wissen. Bei dieser Gelegenheit tadelt er hart meine *weitere* Auffassung des Begriffes als

einen „handgreiflichen Irrthum" und meint, ich schleppe ihn nur deshalb weiter, weil ich „keiner Belehrung zugänglich" sei (Probleme der Artbildung, S. 209). Wenn ich diesen schweren Vorwurf erwidern wollte, könnte ich auf die einseitige und mißverständliche Behandlung meines Biogenetischen Grundgesetzes durch Plate verweisen. Statt dessen bemerke ich nur, daß mir seine Einschränkung der Anpassung auf „nützliche Abänderungen" ebenso unhaltbar als irreführend erscheint. Denn es giebt im Leben des Menschen wie der übrigen Organismen Tausende von Gewohnheiten und Instincten, die nicht nützlich, sondern entweder gleichgültig für den Organismus oder sogar nachtheilig sind, und die dennoch unter den Begriff der Anpassung fallen, durch Vererbung sich fortschleppen und die Form umbilden. Besonders in den Cultur-Verhältnissen des Menschen, der Hausthiere und der Culturgewächse sind solche Anpassungen aller Art — theils nützlich, theils gleichgültig, theils schädlich — (in Folge von Erziehung, Schulung, Dressur, Verziehung, Verwöhnung u. s. w.) tausendweise zu finden; ich erinnere nur an die Einflüsse der Mode und der Schule. Auch die Entstehung der „unnützen" (— oft sogar schädlichen! —) rudimentären Organe beruht auf Anpassung!

Gewohnheit. Consuetudo est altera natura! „Die Gewohnheit ist die andere Natur", sagt das alte lateinische Sprichwort; eine tiefe Wahrheit, deren ganze Bedeutung uns erst durch Lamarck's Descendenz-Theorie zum vollen Bewußtsein gekommen ist. Die einfache Gewohnheit des einzelnen Organismus wird in Folge von Anerkennung und Nachahmung derselben durch die Gesellschaft zur mächtigen Sitte. Die Gewöhnung besteht in oftmaliger Wiederholung einer und derselben physiologischen Thätigkeit und ist daher auf das Princip der gehäuften (cumulativen oder functionellen) Anpassung zurückzuführen. Durch diese öftere Wiederholung einer und derselben Thätigkeit, die Uebung die mit dem Gedächtniß des Plasma eng zusammenhängt, wird eine bleibende Veränderung sowohl in positivem als negativem Sinne

ausgeführt: positiv wird das Organ fortgebildet, durch die Uebung gestärkt, negativ hingegen rückgebildet, durch die Nichtübung geschwächt. Im weiteren Verlaufe dieser Häufung oder Cumulation von geringen, an sich unbedeutenden Veränderungen geht die Wirksamkeit der Anpassung schließlich so weit, daß durch progressive Umbildung neue Organe entstehen, durch regressive Metamorphose hingegen die bestehenden Organe nutzlos, rudimentär werden und zuletzt verschwinden.

Trophische Reizung des Plasma. Wenn wir die einfacheren Vorgänge der Gewöhnung bei niederen Organismen eingehend untersuchen, überzeugen wir uns, daß sie gleich allen anderen Anpassungen auf chemischen Veränderungen im Plasma beruhen und daß diese durch trophische Reize hervorgerufen werden, d. h. durch äußere Einwirkungen auf den Stoffwechsel. Wie Ostwald mit Recht hervorhebt, ist die „wichtigste Leistung der Organismen die Umwandlung der verschiedenen chemischen Energien in einander. Denn die chemische Energie, wie sie das Lebewesen als Nahrung aufnimmt, ist im Allgemeinen nicht geeignet, zu seinen Zwecken unmittelbar verwendet zu werden, und bedarf daher einer weiteren Bearbeitung. Jede Zelle ist ein chemisches Laboratorium, in welchem die mannigfaltigsten Reactionen ohne Oefen und Retorten durchgeführt werden. Das am meisten angewendete Mittel ist hier wahrscheinlich die katalytische Beschleunigung der brauchbaren und die katalytische Verzögerung der unzweckmäßigen Reactionen. Hierfür spricht die regelmäßige Anwesenheit derartiger Enzyme in allen Organismen" (Naturphilosophie, S. 366). Dabei ist von größter Bedeutung das Gedächtniß, das ich mit Hering als eine allgemeine Eigenschaft aller lebendigen Substanz verstehe, „vermöge deren bestimmte Vorgänge im Lebewesen Wirkungen hinterlassen, welche die Wiederholung dieser Vorgänge begünstigen". In Uebereinstimmung mit Ostwald bin ich der Ansicht, daß „die Bedeutung dieser Eigenschaft gar nicht überschätzt werden kann. In ihren allgemeineren

Formen ergiebt sie die Anpassung und Vererbung, in ihrer höchsten Entwickelung das bewußte Gedächtniß" (a. a. O., S. 367). Wie dieses letztere, das Bewußtsein überhaupt, im Geistesleben des Culturmenschen die höchste Stufe auf der langen Stufenleiter der phyletischen Anpassungs-Reihe erreicht, so bleibt unten auf der tiefsten Stufe derselben die Anpassung der Moneren stehen. Unter Letzteren zeigen namentlich die Bakterien, die trotz ihres Mangels an anatomischer Structur die mannigfaltigsten und wichtigsten Beziehungen zu anderen Organismen gewonnen haben, daß diese vielseitige Anpassung auf „Gewohnheiten" des Plasma beruht und lediglich in dessen chemischer Energie, d. h. in seiner unsichtbaren Molecular-Structur, begründet ist. Auch hier wieder vermitteln die Moneren den directen Übergang zwischen Organismen und Anorganen; sie füllen die tiefe energetische Kluft aus, die zwischen den „beseelten" Lebewesen und den sogenannten „leblosen Naturkörpern" zu bestehen scheint.

Gewöhnung der Anorgane. Während nach der herrschenden Anschauung gerade die Gewohnheit als ein rein biologischer Proceß gilt, giebt es dennoch auch im Gebiete der anorganischen Natur Vorgänge, die sich im weiteren Sinne unter diesen Begriff einfügen lassen. Ostwald (l. c. S. 369) führt dafür folgendes Beispiel an: „Nimmt man zwei gleiche Proben verdünnter Salpetersäure und löst in der einen etwas metallisches Kupfer auf, so wird die Probe dadurch die Fähigkeit erlangen, ein zweites Stück desselben Metalls viel schneller aufzulösen, als die andere, unverändert gebliebene. Die Ursache dieser Erscheinung, die in gleicher Weise mit Quecksilber oder Silber und Salpetersäure beobachtet werden kann, liegt darin, daß die bei der Auflösung des Metalls entstehenden niederen Oxyde des Stickstoffs die Wirkung der Salpetersäure auf frisches Metall katalytisch beschleunigen. Man erzielt die gleiche Wirkung, wenn man etwas von diesen Oxyden in die Säure bringt; dann wirkt sie gleichfalls viel schneller, als die reine Säure. Die ‚Gewöhnung' entsteht also hier durch die Bildung eines

katalytischen Beschleunigers während der Reaction." Man kann die „anorgische Gewöhnung" nicht nur mit der organischen Anpassung vergleichen, die wir Gewohnheit und Uebung nennen, sondern auch weiterhin mit der „Nachahmung", die eine katalytische Uebertragung von Gewohnheiten auf social verbundene Lebewesen bedeutet.

Instincte. Unter Instincten verstand man früher hauptsächlich die unbewußten Triebe der Thiere, die zu zweckmäßigen Handlungen führen, und nahm an, daß jeder Thier-Art ihre besonderen Instincte bei ihrer Schöpfung eingepflanzt seien; man hielt die Thiere nach Descartes für bewußtlose und gefühllose Maschinen, deren Handlungen mit unabänderlicher Sicherheit erfolgen, in der bestimmten Form, die ihnen „Gottes Vernunft" beigelegt hatte. Obgleich diese veraltete Instinct-Theorie noch heute von dualistischen Metaphysikern und Theologen vielfach gelehrt wird, ist sie doch thatsächlich durch die monistische Entwickelungs-Theorie längst widerlegt. Schon Lamarck behauptete, daß die Instincte größtentheils durch Gewöhnung und Anpassung entstanden, und dann durch Vererbung befestigt seien. Später haben namentlich Darwin und Romanes gezeigt, daß diese „erblich gewordenen Gewohnheiten" denselben Gesetzen der Abänderung unterliegen, wie andere physiologische Thätigkeiten. Neuerdings hat jedoch Weismann in seinen Vorträgen über Descendenz-Theorie (XXIII.) vielen Scharfsinn aufgewendet, um diese Annahme, sowie überhaupt die „Hypothese einer Vererbung functioneller Abänderungen" zu widerlegen, weil sie sich nicht mit seiner unhaltbaren „Keimplasma-Theorie" verträgt. Ernst Heinrich Ziegler, der kürzlich (1904) den „Begriff des Instinctes einst und jetzt" scharf analysirt hat, schließt sich der Ansicht von Weismann (1883) an, daß „alle Instincte rein durch Selection entstehen, daß sie nicht in der Uebung des Einzellebens, sondern in Keimesvariationen ihre Wurzel haben". Aber wo anders kann die Ursache dieser „Keimesvariationen" liegen, als in den Gesetzen der directen und indirecten Anpassung?

Nach meiner Ueberzeugung liefern gerade umgekehrt die merkwürdigen Erscheinungen des Instinctes eine Fülle von schlagenden Beweisen für die progressive Vererbung, ganz im Sinne von Lamarck und von Darwin.

Sociale Instincte. Die große Mehrzahl aller Organismen lebt gesellig und ist daher durch das Band gemeinsamer Interessen mit einander verknüpft. Unter allen Beziehungen, welche die Existenz der Art bedingen, sind die wichtigsten diejenigen, welche das Einzelwesen mit den anderen Individuen der Species verbinden. Das ergiebt sich schon ohne Weiteres aus den Gesetzen der sexuellen Fortpflanzung. Auch ist die gesellige Vereinigung vieler Individuen einer Species von großem Vortheil im Kampf um's Dasein. Bei den höheren Thieren erlangt die Associon der Personen dadurch noch besondere Bedeutung, daß sie sich mit weitgehender Arbeitstheilung der Individuen verbindet. In den „Staaten" der Gliederthiere (Bienen, Ameisen), den Herden der Säugethiere tritt dann der Trieb der Selbsterhaltung in doppelter Form auf, als Egoismus der Person und als Altruismus des Vereinsgliedes; in den Staaten des Menschen wird der Gegensatz dieser beiden Triebe um so wichtiger, als die Vernunft zu der Einsicht führt, daß beide Triebe ihre Berechtigung haben. Die socialen Gewohnheiten werden zu festen Sitten, deren Gesetze später als heilige Pflichtgebote gelehrt werden und die Grundlagen der Rechtsordnung bilden.

Instinct und Sitte. Die Sitten der Völker, die eine so große Mannigfaltigkeit von psychologischen und sociologischen Erscheinungen bedingen, sind zum größten Theile nichts weiter, als „sociale Instincte", durch Anpassung erworben und durch Vererbung oder Tradition von Generation auf Generation übertragen. Früher unterschied man beide Arten der Gewohnheit dadurch, daß man die Instincte der Thiere als beständige, in ihrer physischen Organisation begründete Lebensthätigkeiten ansah, hingegen die Sitten der Menschen als metaphysische Mächte, die sich durch geistige Ueber-

lieferung fortsetzen. Allein dieser Unterschied ist hinfällig geworden durch die moderne physiologische Erkenntniß, daß auch die Sitten der Menschen, ebenso wie alle übrigen Seelenthätigkeiten, physiologisch in der Organisation ihres Gehirns begründet sind. Die individuellen Lebensgewohnheiten des einzelnen Menschen, die durch Anpassung an seine persönlichen Existenz-Bedingungen erworben wurden, werden erblich in seiner Familie, und diese Familien-Bräuche sind ebenso wenig scharf von den Sitten des Volksstammes zu unterscheiden, wie letztere von den Pflichtgeboten der Kirche und der Rechtsordnung des Staates.

Sitte und Recht. Wenn eine Sitte von allen Mitgliedern der Gemeinschaft als wichtig und gültig anerkannt, ihre Befolgung gefordert, ihre Verletzung bestraft wird, so erhebt sie sich zum „Recht". Das gilt schon von den Herden der socialen Säugethiere (Affen, gesellige Raubthiere und Hufthiere) und den Schaaren der socialen Vögel (Hühner, Gänse, Webervögel). Die Rechtsordnung, die sich hier durch höhere Entwickelung von socialen Instincten gebildet hat, ist besonders dann auffällig und derjenigen der Naturvölker gleichwerthig, wenn einzelne hervorragende Personen (alte und starke Männchen) als Leiter der Herde („Leithammel") eine Art Herrschergewalt erworben haben und erfolgreich für Aufrechterhaltung der guten Sitte oder des Rechtes sorgen. Manche von diesen organisirten Herden stehen in vielen Beziehungen sogar höher, als die niedersten Stufen jener Wilden, deren Familien vereinzelt leben oder nur mit wenigen anderen Familien zu lockeren Stammesgemeinden zeitweilig verbunden sind. Die wichtigen Fortschritte, welche die vergleichende Psychologie und Ethnologie, Culturgeschichte und praehistorische Forschung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gemacht haben, befestigen uns in der Ueberzeugung, daß eine lange Kette vermittelnder Zwischenstufen von den Anfängen der Rechtsordnung bei den socialen Primaten und anderen Säugethieren zu derjenigen der wilden Naturvölker, und von diesen zu derjenigen der Barbaren und

Civilvölker, weiter bis zu der hochentwickelten „Rechtswissenschaft" der modernen Culturvölker hinaufführt.

Sitte und Religion. Wie die Gesetze der Rechtswissenschaft, so sind auch die Gebote der Religion aus den erblichen Sitten der Naturvölker, und somit weiterhin aus den socialen Instincten der Primaten oder Herrenthiere ursprünglich abzuleiten. Schon frühzeitig entwickelte sich bei den praehistorischen Naturvölkern, von denen wir alle abstammen, jenes bedeutungsvolle Gebiet der Geistesthätigkeit, das wir unter dem vieldeutigen Begriffe der Religion zusammenfassen. Wenn wir die Ursprünge derselben vom heutigen Standpunkte der empirischen Psychologie und der monistischen Entwickelungslehre unbefangen untersuchen, so kommen wir zu der Ueberzeugung, daß die Religion polyphyletisch entstanden und aus verschiedenen Quellen entsprungen ist: Ahnen-Cultus, Wunsch der persönlichen Unsterblichkeit, Bedürfniß einer ursächlichen Erklärung der Naturerscheinungen und weiterhin einer Weltanschauung, Aberglaube der verschiedensten Art, Festigung der Sittengesetze durch die Autorität eines göttlichen Gesetzgebers u. s. w. Je nachdem die Phantasie der Wilden und Barbaren die religiösen Dichtungen nach dieser oder jener Richtung weiter ausbaute, entstanden Hunderte von verschiedenen Religionsformen; im Kampf um's Dasein blieben nur wenige von ihnen übrig und erwarben (wenigstens äußerlich) die Herrschaft über das moderne Geistesleben. Je weiter in der Neuzeit die unabhängige und „voraussetzungslose" Wissenschaft fortschritt, desto mehr wurde die Religion vom alten Aberglauben gereinigt und dafür ihr Hauptwerth auf die „Sittenlehre" verlegt.

Sitte und Sittlichkeit. Die Unterwerfung unter die „göttlichen Gebote", welche die Religion von den Gläubigen fordert, wird vielfach von der menschlichen Gesellschaft auch auf beliebige Satzungen übertragen, die durch sociale Gewohnheiten untergeordneter Art entstanden sind. So entsteht die häufige Verwechselung von Sitte und Sittlichkeit, von conventioneller äußerlicher Form und werthvoller innerlicher Moral. Die Begriffe von Gut und

Böse, Recht und Unrecht, Moralisch und Unmoralisch unterliegen so der willkürlichsten Deutung. Eine große Rolle spielt dabei der moralische Zwang, der von den herrschenden Vorstellungen der jeweiligen Gesellschaft auf die Handlungsweise und das Benehmen der zugehörigen Personen ausgeübt wird. Wenn der einzelne hochgebildete Culturmensch in wichtigen Fragen des praktischen Lebens noch so klar und vernünftig denkt, so muß er sich doch der Tyrannei der traditionellen, oft ganz unvernünftigen „Sitten" fügen, welche die Gesellschaft beherrschen. Thatsächlich besteht im Culturleben ebenso wie in der Natur der Vorrang (oder der Primat) der praktischen Vernunft vor der theoretischen reinen Vernunft, den Kant ausdrücklich fordert.

Sitte und Mode. Die Herrschaft der Sitte im praktischen Leben des Menschen beruht nicht allein auf der Autorität der socialen Gewohnheiten, sondern auch auf der Macht der Selection. Wie bei der Entstehung der Thier- und Pflanzen-Arten die natürliche Zuchtwahl die relative Constanz der Species-Form bedingt, so wirkt dieselbe auch auf die Entstehung fester Sitten und Gebräuche im Völkerleben mächtig ein. Dabei spielt eine große Rolle die mimetische Anpassung oder „Mimicry", die „Nachäffung" oder Nachahmung bestimmter Formen oder Moden durch verschiedene Thierarten. Unbewußt erfolgt diese Nachahmung namentlich bei vielen Insecten verschiedener Ordnungen, Schmetterlingen, Käfern, Hymenopteren u. s. w. Indem Insecten einer bestimmten Familie in ihrer äußeren Form, Färbung und Zeichnung denjenigen einer anderen Familie zum Verwechseln ähnlich werden, genießen sie des Schutzes oder anderer Vortheile im Kampf um's Dasein, welche die letzteren eben durch jene äußeren Merkmale besitzen. Darwin, Wallace, Weismann, Fritz Müller, Bates u. A. haben an zahlreichen interessanten Beispielen gezeigt, wie die Entstehung solcher täuschenden Aehnlichkeiten durch Naturzüchtung zu erklären, und wie wichtig sie für die Bildung der Species ist. Aber in ähnlicher Weise, theils durch unbewußte,

theils durch bewußte Nachahmung, entstehen auch zahlreiche Sitten und Lebensformen des Menschen. Unter diesen sind für das praktische Leben besonders wichtig die wechselnden äußeren Formen, die man als „Moden" bezeichnet und die im Culturleben eine äußerst einflußreiche Rolle spielen. Die Bezeichnung „Mode-Affe", in wissenschaftlichem Sinne gebraucht, ist kein verächtliches Schimpfwort, sondern hat einen tiefen doppelten Sinn; denn erstens drückt sie die Entstehung der Moden durch „Nachäffung" richtig aus, und zweitens zugleich die besondere Aehnlichkeit, die in dieser Beziehung zwischen dem Menschen und dem Affen, als seinem nächsten Verwandten, besteht. Einen wichtigen Antheil daran besitzt die sexuelle Selection der Primaten.

Mode und sexuelle Selection. Die hohe Bedeutung, die Darwin in seinem geistreichen Werke „Ueber den Ursprung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl" der gegenseitigen ästhetischen Auslese beider Geschlechter zuschreibt, gilt für den Menschen ebenso, wie für die meisten höheren, mit Schönheitsgefühl begabten Wirbelthiere, namentlich die Amnioten (Säugethiere, Vögel, Reptilien). Die schöne Färbung und Zeichnung, oder die Ausstattung mit besonderen Zierden, durch die sich die Männchen vor den Weibchen auszeichnen, ist nur aus der sorgfältigen individuellen Auslese der ersteren durch die letzteren zu erklären. So sind die verschiedenen Formen des Haarschmuckes (Bart, Kopfhaar) und die lebhaften Gesichtsfarben, auch die besondere Form der Lippen, Nasen, Ohren u. s. w. zu erklären, die wir beim Manne und den männlichen Affen antreffen; ferner das prächtige bunte Gefieder der männlichen Kolibris, Paradiesvögel, Hühnervögel u. s. w. Da ich diese interessante, ebenso für die Psychologie wie für die Descendenz-Theorie wichtige „sexuelle Selection" bereits im 11. Vortrage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" eingehend besprochen habe, kann ich hier darauf verweisen; ich möchte nur besonders hervorheben, wie werthvoll gerade dieses Kapitel des „Darwinismus" für das Verständniß der Species-Bildung einerseits, der menschlichen Moden anderseits

ist; thatsächlich hängen diese letzteren physiologisch mit den herrschenden Sitten-Fragen auf das Engste zusammen.

Mode und Schamgefühl. Die Ausbildung der Mode beim Cultur-Menschen ist nicht nur für die Entwickelung des Schönheitssinnes und die sexuelle Selection beider Geschlechter von hoher Bedeutung, sondern auch für die Entstehung des Schamgefühls und der feineren psychologischen Beziehungen, die sich daran knüpfen. Die niederen Wilden besitzen ebenso wenig Schamgefühl als die Thiere und die Kinder; sie gehen vollkommen nackt und vollziehen die Geschlechts-Acte ohne jede Spur von Scham, gleich den Hunden (Cynismus). Die Anfänge der Bekleidung, die bei den mittleren Wilden auftreten, sind nicht durch das Schamgefühl veranlaßt, sondern theils durch den Zwang des Klimas (bei Polarvölkern), theils durch die Eitelkeit, die Sucht sich zu putzen (z. B. Verzierung der Ohren, Lippen, Nase, Geschlechtstheile durch Einstecken von Muscheln, Holzstückchen, Blumen, Steinen u. s. w.). Erst später beginnt mit keimendem Schamgefühl die Verhüllung einzelner Körpertheile durch Blätter, Gürtel, Schürzen u. dergl. Bei den meisten Völkern werden zunächst die Geschlechtstheile verhüllt; einige aber legen mehr Gewicht auf die Verhüllung des Gesichts. Noch heute gilt bei vielen orientalischen (namentlich dem Islam ergebenen) Völkern als erste Pflicht der Frauen-Keuschheit die Verhüllung des Gesichts (— als des für das Individuum meist charakteristischen Körpertheils! —), während der übrige Körper nackt bleiben kann. Ueberhaupt spielen bei der höheren Entwickelung der „feinen Sitte" gerade die ästhetischen und psychologischen Beziehungen beider Geschlechter die größte Rolle; der Begriff der „Sitte" und des sittlichen Lebenswandels wird oft gleichbedeutend mit dem als normal geltenden sexuellen Verhalten gebraucht.

Mode und Vernunft. Je höher die mannigfaltigen Verhältnisse des Culturlebens sich entwickeln, desto mehr macht sich einerseits der Einfluß der Vernunft geltend, anderseits die Macht der erblichen Tradition und der mit ihr verknüpften hergebrachten

Sitte; dabei verschärft sich vielfach der Kampf der ersteren mit der letzteren. Die Vernunft sucht alle Verhältnisse naturgemäß zu beurtheilen, die Ursachen der Erscheinungen zu erkennen und demgemäß das praktische Leben zweckmäßig einzurichten. Die Tradition hingegen, das „geheiligte Herkommen" oder die „gute Sitte", betrachtet die Verhältnisse von den überlieferten Gesichtspunkten der Vorfahren, ihrer ehrwürdigen Gesetze und religiösen Gebote; die unabhängigen Erwägungen der Vernunft und die wahren Causal-Beziehungen sind ihr gleichgültig; sie verlangt, daß das praktische Leben der Einzelnen sich den hergebrachten Sitten des Stammes oder Staates unterwerfe. Daraus entspringen dann nothwendig die fortdauernden Conflicte zwischen Vernunft und Tradition, zwischen Wissenschaft und Religion, die sich bis zur Gegenwart fortziehen. Vielfach tritt dabei auch an die Stelle der alten „geheiligten Tradition" eine beliebige „neue Mode", d. h. eine vorübergehende Sitte, die nur durch ihre Neuheit oder Seltsamkeit imponirt; wenn dieselbe aber mit gehörigem Geschick und Nachdruck in der wankelmüthigen „öffentlichen Meinung" zur Geltung gebracht wird, oder wenn ihr gar die Autorität des Staates oder der Kirche hülfreich zur Seite tritt, erlangt sie bald dasselbe Ansehen, wie die verlassene „alte gute Sitte".

Ceremonien und Cultus. Die niedersten Naturvölker der Gegenwart (z. B. die pithecoiden Pygmäen, die Weddas auf Ceylon, die Akkas in Central-Afrika) erheben sich in ihrem geistigen Leben nur sehr wenig über ihre nächsten Primaten-Ahnen, die anthropoiden Affen. Das gilt auch von ihren Lebensgewohnheiten und Sitten. Da der größte Theil ihrer Vorstellungen aus concreten sinnlichen Anschauungen besteht, bleibt ihre abstracte Begriffsbildung auf einer sehr tiefen Stufe stehen; von religiösen Vorstellungen kann man kaum sprechen. Aber schon bei den mittleren Wilden beginnt sich der Trieb nach Erkenntniß der Ursachen zu entwickeln und damit die Vorstellung von Geistern, die hinter den sinnlichen Erscheinungen stecken. Die Furcht vor denselben und ihre Ver-

ehrung führt zum Fetischdienst und Animismus, den Anfängen der Religion. Schon auf diesen Vorstufen des Gottesdienstes oder Cultus entstehen bestimmte, eng damit verknüpfte Sitten, denen ein symbolischer oder geheimnißvoller Sinn beigelegt wird. Diese Ceremonien (eigentlich Caerimonien) geben dann bei den höheren Naturvölkern und den Barbaren die Veranlassung zu größeren religiösen Festlichkeiten, die von den Griechen als Mysterien bezeichnet wurden. Sinnliche Phantasie-Gebilde der mannigfaltigsten Art verknüpfen sich dabei mit höheren übersinnlichen Vorstellungen und Aberglauben. Die mit dem Cultus verknüpften Festlichkeiten, Processionen, Tänze, Gesänge, Opfer aller Art haben mehr oder weniger Beziehung auf das Geheimnißvolle und gelten daher als „heilig". Häufig arten sie zu sinnlichen Vergnügungen aus, die weiterhin zu „grobem Unfug" und verwerflichen Orgien führen.

Mysterien und Sacramente. Aus den älteren heidnischen und jüdischen Religions-Gebräuchen entwickelten sich später in der christlichen Kirche diejenigen Cultus-Theile, die man als Sacramente besonders hoch und heilig hielt. Die Wunder der Sacramente, durch deren geheimnißvolle Wirkung die Wiedergeburt und Auferstehung des Menschen bewirkt werden sollte, wurden frühzeitig zu den angesehensten Gnadenkräften der Kirche und den wichtigsten Streitfragen der Theologie; besonders seitdem Gregor der Große die Dogmen vom Fegefeuer und Meßopfer eingeführt hatte. Nach Thomas von Aquino sind die Sacramente die Canäle, durch welche sich Gottes heilige Gnade in den sündigen Menschen ergießt. Im 12. Jahrhundert wurde ihre Zahl vom Papismus auf sieben festgestellt (Taufe, Abendmahl, Buße, Firmung, Ehe, Ordination der Geistlichen und letzte Oelung). Ueber dem äußerlichen Ceremonien-Kram der Sacramente wurde meistens ihr abergläubischer Inhalt mehr oder weniger übersehen; aber ihre heilige Autorität blieb erhalten. Der Protestantismus hat seit der Reformation nur die beiden wichtigsten Sacramente beibehalten, die von Christus selbst als Religionsstifter eingesetzt wurden, Taufe und Abendmahl.

Sacrament der Taufe. Die christliche Taufe ist eine Fortsetzung der älteren Waschungen und Reinigungs-Ceremonien, die schon Jahrtausende vor Christus bei vielen alten Völkern des Orients, ebenso wie bei den Griechen verbreitet waren. Der hygienische Werth der Bäder als körperliche Reinigung wurde dabei vielfach mit der Vorstellung der seelischen Wiedergeburt und der geistigen Reinigung verknüpft. Nach Luther bewirkt sie „Vergebung der Sünden, erlöst vom Tod und Teufel und giebt die ewige Seligkeit Allen, die daran glauben". Schon durch Augustinus, der das folgenschwere Dogma von der „Erbsünde" begründete, wurde die Kindertaufe als nothwendig zur Seelenrettung hingestellt und seitdem allgemein eingeführt; sie hat späterhin zu einer Fülle von abergläubischen Vorstellungen und unglücklichen Familien-Verhältnissen Veranlassung gegeben, sich aber trotzdem bis heute als heilige Ceremonie erhalten. Noch heute glauben Millionen frommer Christen, daß durch die Taufe die unsterbliche Seele des Kindes (— das beim Taufacte überhaupt noch kein Bewußtsein besitzt! —) gerettet, vor der Gewalt des Teufels geschützt und vom Fluche der Sünde erlöst wird. Der Evangelist Marcus (16, 16) sagt: „Wer da glaubet und getauft wird, der wird selig werden; wer aber nicht glaubet, der wird verdammet."

Sacrament des Abendmahls. Das zweite, von Luther beibehaltene Sacrament der christlichen Kirche, das Abendmahl, ist nach dem Wortlaut der Evangelien und nach seiner Auslegung: „der wahre Leib und Blut unseres Herrn Jesu Christi, für Euch gegeben und vergossen zur Vergebung der Sünden, unter dem Brot und Wein uns Christen zu essen und zu trinken von Christo selbst zu seinem Gedächtniß eingesetzt", und zwar in der Nacht vor seinem Tode, beim letzten Mahl mit seinen Jüngern (dem Passahmahl). Christus knüpfte damit an die Passahmahlzeit der Juden an, bei welcher der Hausvater das von ihm gebrochene Brot und den Becher Wein unter gewissen Gebeten und rituellen Ceremonien an die Familien-Mitglieder vertheilte. In diesem Passahfeste feierte ursprünglich das Volk Israel seine Befreiung aus der ägyptischen Knechtschaft und seine Erwählung zum auserlesenen Bundesvolk. Indem Christus sein Abendmahl an diesen traditionellen Ritus der Juden äußerlich anschloß, wollte er innerlich einerseits die Stiftung des neuen Bundes aus Gott (durch seinen Erlösungstod) begründen, anderseits die Feier dieser Bundesgemeinschaft durch seine Jünger unter einander als christliches

Liebesmahl (Communion oder Agape) fortsetzen lassen. Die verschiedene Auslegung dieser Ceremonien führte später beim Abendmahl (ebenso wie bei der Taufe) zu den erbittertsten Streitigkeiten der Theologen unter einander.

Transsubstantiation. Die verschiedene Auffassung des Abendmahls im Mittelalter gipfelte später noch in dem Gegensatze der beiden Reformatoren Luther und Zwingli. Der Letztere, als Begründer der freieren reformirten Kirche, wollte im Abendmahl nur eine symbolische Handlung und eine gemeinsame Gedächtnißfeier Christi erblicken. Luther hingegen hielt an dem geheimnißvollen Wunder fest, das im Jahre 1215 durch das Dogma der Transsubstantiation (der Verwandlung der Elemente im Abendmahl) feierlich festgesetzt worden war. Brot und Wein sollten beim gläubigen Genusse des Abendmahls wirklich in Fleisch und Blut Christi verwandelt werden. So lehrte es noch im Jahre 1848 der Pfarrer, bei dem ich christlichen Confirmations-Unterricht erhielt und dem ich persönlich sehr ergeben war. Wir Confirmanden sollten, wenn wir zum ersten Male an der Communion Theil nähmen, jene wunderbare Verwandlung wirklich sinnlich empfinden, vorausgesetzt, daß wir den „wahren Glauben“ hätten. Da ich mir des letzteren aufrichtig bewußt war, erwartete ich mit größter Spannung den Eintritt jenes Wunders; ich wurde aber auf das schmerzlichste enttäuscht, als ich beim ersten Genusse des heiligen Abendmahls den bekannten Geschmack von Brot und Wein empfand, und nicht von Fleisch und Blut, wie es der „Glaube“ verlangte. Ich mußte mich daher (schon als vierzehnjähriger Knabe!) für einen ganz verworfenen Sünder halten und konnte nur mit großer Mühe von meinen Eltern wegen meines „Glaubensmangels“ beruhigt werden.

Erlösungs-Wunder. Sowohl beim Abendmahl wie bei der Taufe, als den beiden wichtigsten Sacramenten der christlichen Religion, ist der eigentliche Kern des Mysteriums — und zugleich der wahre Mittelpunkt der ganzen christlichen Theologie — der Begriff der Erlösung (Redemtio). Der gläubige Christ soll durch Christus (als Gottmensch, „von Ewigkeit gezeugt“) mit Gott, der über die menschlichen Sünden erzürnt ist, versöhnt werden, und der grausame „Opfertod Christi“ soll das Sühnopfer für unsere Sünden sein. Christus als „Gottessohn und Menschensohn“, als wahrer Erlöser (Redemtor), soll uns durch das Opfer seiner Person nicht nur „Ver-

gebung der Sünden" verschaffen, sondern auch „Erlösung von allem Uebel", von den Folgen der Sünden, von „Tod und Teufel". Als Belohnung für diesen Glauben wird dann „ewiges Leben" und ewige Seligkeit im Himmel versprochen. Ueber den biologischen Vorgang dieser „Erlösung" und die causale Bedeutung des Erlösungs-Wunders haben sich Millionen gläubiger Christen und Theologen seit 1900 Jahren den Kopf ganz umsonst zerbrochen. Wenn man diese Hauptfragen der christlichen Theologie im Lichte der „reinen Vernunft" kritisch untersucht, findet man darin ein buntes Gemisch von altjüdischen Traditionen (Messiasglauben) und von platonischer Metaphysik (Unsterblichkeitslehre), von politischen Freiheitswünschen (Befreiung des jüdischen Volkes von Fremdherrschaft) und von anthropistischem Aberglauben der verschiedensten Art.

Sacramente des Papismus. Über die unbefangene Würdigung des Papismus oder Ultramontanismus, zu der uns die moderne historische und anthropologische Wissenschaft führt, habe ich bereits im 17. Kapitel der „Welträthsel" meine Ansicht ausgesprochen. Für Jeden, der nur einigermaßen die Culturgeschichte und die Metamorphosen der Religionen in derselben kennt, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der Papismus eine elende Caricatur des ursprünglichen reinen Christenthums darstellt; während er dessen Namen und Firma beibehält, verwandelt er seine moralischen Grundsätze in ihr Gegentheil. Im Verlaufe seiner Herrschaft, vom vierten bis zum 16. Jahrhundert, hat das Papsttum zwar den großartigen Prachtbau der römisch-katholischen Hierarchie zu bewunderungswürdiger Höhe emporgehoben, aber im innersten Wesen sich immer weiter von seinem ursprünglichen christlichen Ausgangspunkt entfernt. Das Ziel der Papisten oder Ultramontanen geht noch heute, wie vor tausend Jahren, dahin, die blindgläubige Menschheit zu beherrschen und auszubeuten. Dazu bieten die mystischen Sacramente, denen der heilige Charakter des Unzerstörbaren, Indelebile, beigelegt wurde, vortreffliche Hülfsmittel. Von der Geburt bis zum Grabe, von der Taufe bis zur letzten Oelung, bei der Firmung wie bei der Buße, soll der Gläubige daran erinnert werden, daß er nur als gehorsames und opferwilliges Kind der papistischen Kirche lebenswürdig ist; und das Sacrament der Priesterweihe oder „Ordination" soll ihn darauf hinweisen, daß nur der Priester, vermöge seiner höheren Inspiration, das geheimnisvolle Mittelglied zwischen dem Menschen und seinem

Gott herstellen kann. Die vielerlei symbolischen Gebräuche, die mit diesen Sacramenten verknüpft sind, dienen dazu, sie mit dem Zauber des Geheimnisvollen zu umhüllen und der Vernunft den Zutritt zu ihrer Erklärung abzuschneiden. Das gilt namentlich auch von demjenigen Sacramente, das im praktischen Menschenleben die größte Bedeutung besitzt, von der Ehe.

Sacrament der Ehe. Bei der außerordentlichen Bedeutung, die das Familienleben als Grundlage der socialen und staatlichen Verhältnisse im Menschenleben besitzt, ist es von hoher Wichtigkeit, die menschliche Ehe, als die geregelte Form der Fortpflanzung, vom biologischen Standpunkte aus vernunftgemäß zu betrachten. Auch hier wieder, wie bei allen sociologischen und psychologischen Fragen, muß man sich zunächst hüten, die gegenwärtigen Verhältnisse unseres modernen Culturlebens als allgemeinen Maßstab des Urtheils anzulegen; vielmehr müssen wir vor Allem die niederen Vorstufen desselben vergleichend betrachten, wie sie noch heute bei den Barbaren und Wilden vorliegen. Da ergiebt unbefangene Vergleichung alsbald, daß die Fortpflanzuug als rein physiologischer Vorgang, dessen Zweck die Erhaltung der Art ist, beim Naturmenschen genau ebenso erfolgt, wie bei seinen nächsten Verwandten, den Menschenaffen. Ja, man kann sagen, daß viele höhere Thiere, namentlich monogame Säugethiere und Vögel, in ihrer Ehe eine vollkommenere Stufe der Seelenthätigkeit erreicht haben als die niederen Wilden; die zarten seelischen Beziehungen beider Geschlechter zu einander, die gemeinsame Brutpflege der von ihnen erzeugten Jungen und das Familienleben überhaupt, haben hier zur Entwickelung höherer sexueller und familiärer Instinkte geführt, denen man geradezu einen moralischen Charakter beilegen kann. Wilhelm Bölsche hat in seinem geistreichen Buche über „das Liebesleben in der Natur" (1900) dargelegt, wie in dem Thierreiche eine lange Reihe der merkwürdigsten Sitten in Verbindung mit der Anpassung an die verschiedenen Formen der Fortpflanzung sich entwickelt hat. Westermark hat in seiner „Geschichte der menschlichen Ehe" (1893) gezeigt, wie langsam und allmählich die rohen thierischen Formen der Ehe bei den Naturvölkern sich zu den feineren und vollkommeneren Formen bei den Culturvölkern emporgehoben haben. Je mehr sich der sinnliche Genuß der Geschlechtslust bei der Begattung mit den feineren psychologischen Gefühlen der Sympathie und der seelischen Zuneigung verband, desto mehr gewann letztere das Uebergewicht über

den ersteren und desto mehr wurde die verfeinerte Liebe zur ergiebigsten Quelle der höchsten seelischen Leistungen, besonders in der bildenden Kunst, Tonkunst und Poesie. Nichts desto weniger blieb auch beim höchst entwickelten Culturmenschen die Ehe selbst ein physiologischer Akt, ein „Lebenswunder“, dessen tiefste Grundlage der allgemeine organische Geschlechtstrieb ist. Da die Eheschließung einen der wichtigsten Abschnitte im Menschenleben darstellt, haben schon viele niedere Naturvölker dieselbe mit symbolischen Ceremonien und feierlichen Gebräuchen umgeben. Die mannigfaltigen Formen der Hochzeitsfeier legen Zeugniß dafür ab, wie sehr gerade dieser bedeutungsvolle Act die Phantasie des Menschen mit Recht beschäftigt. Die Priester haben schon frühzeitig diese hohe Bedeutung der Eheschließung erkannt, dieselbe mit kirchlichen Ceremonien aller Art ausgeschmückt und zugleich zum Nutzen ihrer Kirche verwerthet. Indem die katholische Kirche sogar die Ehe zu einem Sacrament erhob und ihr den Character indelebilis beilegte, erklärte sie die nach kirchlichem Ritus vollzogene Ehe für unauflöslich. Dieser unheilvolle Einfluß des Papismus, die Abhängigkeit der Eheschließung von kirchlichen Mysterien und Ceremonien, die Erschwerung der Ehescheidung u. s. w., dauert noch bis heute fort. Erst vor kurzem hat der Deutsche Reichstag, unter der Herrschaft des ultramontanen Zentrums stehend, in das neue Bürgerliche Gesetzbuch Beschlüsse eingefügt, durch welche die Ehescheidung erschwert, statt erleichtert wird. Im Gegensatz dazu fordert die reine Vernunft die Ablösung der Eheschließung vom Zwange der Kirchengewalt. Sie verlangt, daß die Ehe auf gegenseitige Liebe, Achtung und Hingebung begründet, zugleich aber als ein socialer Bündniß-Vertrag aufgefaßt und rechtlich als Civil-Ehe durch gesetzliche Vorschriften geschützt werde. Wenn aber beide Gatten (wie es so oft geschieht) nachträglich einsehen, daß sie sich in ihrem Charakter gegenseitig geirrt haben, und daß sie nicht zu einander passen, so soll es ihnen ohne Weiteres freistehen, ihren unglücklichen Bund zu lösen. Der gegenwärtig noch herrschende Zwang, durch den die Ehe als Sacrament hingestellt und durch den unglückliche Ehen um jeden Preis aufrecht erhalten werden, dient nur dazu, unsittliche Geschlechts-Beziehungen und Verbrechen zu befördern.

Barbarische und Cultur-Sitten. Ebenso wie in der Ehe und im Familienleben, so begegnen wir auch in vielen anderen socialen Verhältnissen der Gegenwart dem Widerspruch zwischen

den naturgemäßen Ansprüchen der reinen Vernunft und den traditionellen Sitten, welche die moderne Cultur als Erbstücke von den niedriger stehenden Civilvölkern, zum Theil noch von den älteren Barbaren und Wilden übernommen hat. Im öffentlichen Leben der Staaten und Volks-Gemeinden ist dieser Widerspruch noch viel auffallender als im privaten Leben der Familie und der einzelnen Menschen. Während im letzteren die milden Lehren der christlichen Religion, Sympathie und Nächstenliebe, Duldung und Aufopferung, vielfach sich vortheilhaft geltend machen, ist im gegenseitigen Verkehr der Völker und Staaten davon gar keine Rede; hier herrscht der reine Egoismus. Jede Nation sucht mit List oder Gewalt die andere zu übervortheilen und womöglich zu beherrschen; und will sie sich nicht fügen, so wird die rohe Gewalt des Krieges angewendet. Sociales Elend aller Art breitet sich immer weiter aus, je höher die verfeinerte Cultur in einzelnen Richtungen sich entwickelt. Alexander Sutherland hat Recht, wenn er „die leitenden Nationen Europas und ihre Abkömmlinge“ (in den Vereinigten Staaten von Amerika) als niedere Culturvölker charakterisirt. Zum Theil sind wir noch Barbaren!

Moden der Gegenwart. Wie weit die Masse der heutigen Culturnationen noch von dem Ideal-Zustand der höheren Cultur und von der Herrschaft der reinen Vernunft entfernt ist, lehrt ein unbefangener Blick auf die socialen, rechtlichen und kirchlichen Zustände der „leitenden Nationen von Europa“, ebenso der Germanen (Deutsche und Britten), wie der Romanen (Franzosen und Italiener). Man braucht bloß die täglichen Zeitungsberichte über ihre Parlaments- und Gerichts-Verhandlungen, Regierungs-Acte und Gesellschafts-Beziehungen unbefangen zu vergleichen, um sich zu überzeugen, daß allenthalben die Macht der Tradition und der Mode die berechtigten und naturgemäßen Ansprüche der reinen Vernunft zurückdrängt. Aeußerlich zeigt sich das am deutlichsten im Zwange der Mode, wie sie die Form, Farbe und sonstige Beschaffenheit der Kleidung bestimmt. Nicht umsonst beklagt man sich

beständig über die Tyrannei der Mode; mag eine neue Form der Kleidung noch so unpraktisch und widersinnig, häßlich und kostspielig sein, sie breitet sich aus, wenn irgend eine Autorität sie begünstigt oder ein gewinnsüchtiger Fabrikant durch bethörende Reclamen ihr Anerkennung und Nachfolge verschafft. Wir erinnern nur an die berüchtigte Crinoline der Damen vor 50 Jahren und das noch schlimmere „Sattelkissen" vor 20 Jahren, an die unanständige, auf sexuelle Reizung zielende Entblößung des Rückens und der Brust der Frauen, die noch vor 40 Jahren als „feine Sitte" galt. Eine der schlimmsten Moden besteht seit Jahrhunderten in dem „engen Corsett", einem Kleidungsstück, das ebenso abscheulich vom ästhetischen als gesundheitsgefährlich vom hygienischen Standpunkt erwiesen ist; Tausende von Frauen fallen dieser ehrwürdigen „Sitte" alljährlich zum Opfer, erkranken an Schnürleber und sterben an Lungenaffectionen; trotzdem erhält sich der Wahn von der Schönheit der Sanduhrform des weiblichen Körpers fort, und die zweckmäßige Reform-Kleidung dringt nur langsam vor. Ebenso wie mit diesen mächtigen Gewohnheiten in der Kleidung, verhält es sich mit unzähligen Moden im Haushalte, Sitten in der Gesellschaft, Geboten im Verkehr und Gesetzen im Staate. Ueberall können die naturgemäßen Ansprüche der reinen Vernunft nur langsam und allmählich die geheiligten Sitten (— besser Unsitten —) der Tradition verdrängen.

Ehre und Sitte. Ebenso wie der falsche „Anstand" in der Kleidung äußerlich, so beherrscht das falsche Ehrgefühl im socialen Leben innerlich die „Sitten" unserer vielgerühmten Culturwelt. Die wahre Ehre des Mannes, ebenso wie der Frau, besteht in der inneren moralischen Würde des Menschen, darin, daß er dasjenige will und thut, was er nach bester Ueberzeugung als das Gute und Rechte erkannt hat; — nicht aber in der äußeren Anerkennung seiner lieben Mitmenschen, oder in dem werthlosen Lobe, das ihm die conventionelle Gesellschaft zollt. Leider müssen wir eingestehen, daß wir in dieser Beziehung noch vielfach von

den thörichten Vorurtheilen der niederen Civilvölker oder selbst der rohen Barbaren befangen sind. Das zeigen z. B. deutlich die falschen Ehrbegriffe, die in unserer „gebildeten Gesellschaft“ herrschen. Wenn ein Officier oder Corpsstudent durch irgend eine unbesonnene Handlung oder ein kränkendes Wort beleidigt wird, ist er verpflichtet, diese „Beleidigung“ durch das Blut seines Gegners abzuwaschen, auch wenn derselbe gar keine schlimme Absicht dabei hatte. So erhält sich in Deutschland (— das in dieser Beziehung hinter anderen Culturländern zurücksteht —) die barbarische Unsitte des Duells fort; sie wird von vielen Fürsten und einflußreichen Beamten begünstigt, trotzdem sie in ausdrücklichem Widerspruch zum Staatsgesetze steht. Die Pflege des verderblichen Mensuren-Wesens auf unseren Universitäten, das zugleich zu Zeitvergeudung und Unfug aller Art führt, befördert die Neigung zu der mittelalterlichen Unsitte des Zweikampfs. Vergeblich wird immer wieder von der reinen Vernunft geltend gemacht, daß das Duell aus vielen Gründen verwerflich ist; als „Gottes Urtheil“ ist es nur durch rohen Aberglauben zu rechtfertigen; der Zufall giebt aber oft dem Unschuldigen den Tod und läßt den Schuldigen triumphiren. Vergeblich sucht die Vernunft zu begreifen, wie die Beleidigung dadurch gesühnt werden soll, daß ein Gegner den anderen tödtet oder schwer verwundet. Als roher Act der Rache widerspricht der Zweikampf außerdem den höheren Rechtsbegriffen ebenso wie den milden Lehren der christlichen Bruderliebe. Das Glück ganzer Familien wird durch einen Pistolenschuß oder Degenstich zerstört, den der blinde Zufall tödtlich macht. Und trotzdem verlangt die despotische „Sitte“ diesen gesetzwidrigen Todtschlag. Wird der Mörder dann zu einigen Monaten milder Festungsstrafe verurtheilt, so folgt gewöhnlich bald die Begnadigung durch den Fürsten, dessen irrthümlicher Ehrbegriff das Duell billigt und schützt.

Sitte und Unsitte. Wie in den falschen Begriffen von Ehre und Anstand, so zeigte sich auch noch in vielen anderen Verhältnissen der modernen Culturwelt die ungeheure Macht der socialen

Gewohnheiten: viele sogenannte ehrwürdige Gebräuche und „feine Sitten“ sind nur wenig modificirte Ueberreste der barbarischen Urzeit; viele hochgehaltene Sitten sind, im Lichte der reinen Vernunft betrachtet, schädliche Unsitten. Da auch diese unter den Begriff der „Anpassung“ fallen, da ferner eine und dieselbe Gewohnheit zu einer Zeit als nützlich, gut und passend, zur anderen Zeit als schädlich, böse und unpassend beurtheilt wird, zeigt sich hier wiederum, daß es nicht möglich ist, den Begriff der „Anpassung“ auf nützliche Abänderungen zu beschränken. Dasselbe gilt auch von den wechselnden Normen der Erziehung, des Unterrichts, des Verkehrs, der Gesetzgebung u. s. w. Das ideale Ziel bleibt auf allen diesen Gebieten die Herrschaft der „reinen Vernunft“; aber nur langsam und allmählich vermag sie die herrschenden Vorurtheile und Sitten zu überwinden, die durch den Aberglauben des Kirchenregiments und durch die conservativen Tendenzen der Regierungen ihren mächtigen Schutz erhalten. Im Deutschen Reiche tritt das besonders seit dem letzten Decennium des 19. Jahrhunderts hervor, wo mit dem steigenden Wohlstande der äußere Glanz und Prunk immer höher geschätzt wird; in Festreden, Festmahlen, Paraden wird das Hauptgewicht auf glänzende und eitle Aeußerlichkeiten gelegt, der innere Wert dagegen gering geachtet. Millionen werden für wechselnden Uniformschmuck vergeudet, der für die Wehrhaftigkeit des Volkes werthlos ist. Unter diesen byzantinischen Unsitten, die sich mit dem Mantel der „Gottesfurcht“ schmücken, blüht der „praktische Materialismus“, während gleichzeitig der reine Monismus als „theoretischer Materialismus“ verabscheut wird.

Phylogenie der Sitten. Wenn wir kurz alles zusammenfassen, was uns die moderne monistische Wissenschaft über Ursprung und Entwickelung der menschlichen Sitten gelehrt hat, so ergiebt sich ungefähr folgende phyletische Stufenleiter: 1. Durch Anpassung an verschiedene Existenz-Bedingungen erleidet das einfache Plasma der ältesten Organismen, der archigonen Moneren, gewisse Veränderungen. 2. Indem das lebendige Plasma gegen diese Einflüsse

reagirt, und indem diese Reaction sich öfter wiederholt, wird sie zur Gewohnheit (— wie bei der Katalyse von gewissen anorganischen chemischen Processen —). 3. Diese Gewohnheit wird erblich, indem bei den Einzelligen die gewohnten Eindrücke im Zellkern (Karyoplasma) fixirt werden. 4. Indem diese erbliche Uebertragung durch viele Generationen andauert und durch cumulative Anpassung sich verstärkt, wird sie zum Instinct. 5. Schon in den Coenobien der Protisten (den „Zellvereinen der geselligen Protophyten und Protozoen") entstehen durch Zellen-Associon „sociale Instincte". 6. Der Gegensatz von individuellem und socialem Erhaltungstriebe, von Egoismus und Altruismus, entwickelt sich im Thierreich um so mehr, je höher die Seelenthätigkeit und das sociale Leben sich ausbildet. 7. Bei den höheren socialen Thieren entstehen so bestimmte Sitten, und diese werden zu Rechten und Pflichten, wenn deren Befolgung von der Gesellschaft (Herde, Schaar, Volk) gefordert, ihre Nichtbefolgung bestraft wird. 8. Die wilden Naturvölker, die auf der tiefsten Stufe noch keine Religion besitzen, verhalten sich in Bezug auf ihre Sitten nicht verschieden von höheren socialen Thieren. 9. Die höheren Naturvölker gewinnen religiöse Vorstellungen, verbinden ihre abergläubischen Gebräuche (Fetischismus, Animismus) mit ethischen Principien und verwandeln die empirischen Sittengesetze in religiöse Gebote. 10. Bei den Barbaren und noch mehr bei den Civilvölkern entstehen durch Associon jener ererbten religiösen, moralischen und Rechtsbegriffe bestimmtere Sittengesetze. 11. Bei den höheren Civilvölkern und bei den niederen Culturvölkern faßt die Kirche die religiösen Gebote, die Rechtslehre die juristischen Gesetze in immer bestimmtere bindende Formen; die aufsteigende Vernunft bleibt jedoch vielfach der Autorität von Kirche und Staat unterworfen. 12. Bei den höheren Culturvölkern gewinnt die reine Vernunft immer mehr Einfluß auf das praktische Leben und drängt die Autorität der Tradition zurück; auf Grund biologischer Erkenntniß entwickelt sich eine naturgemäße Sittenlehre, eine monistische Ethik.

Achtzehnte Tabelle.

Gegensatz der monistischen und der dualistischen Sittenlehre.

Monistische Ethik (Physikalische Moral).	Dualistische Ethik (Metaphysische Moral).
1. Die Sitten des Menschen sind natürlichen Ursprungs, durch höhere Entwickelung aus den socialen Gewohnheiten seiner Säugethier-Ahnen entstanden.	1. Die Sitten des Menschen sind übernatürlichen Ursprungs, durch göttliche Gebote oder durch einen kategorischen Imperativ absolut bestimmt.
2. Die Sittengesetze sind daher a posteriori auf empirischer Grundlage entwickelt; sie sind physiologische Producte des Mundus sensibilis.	2. Die Sittengesetze sind daher als a priori gegebene zu betrachten, nicht entwickelt; sie sind Geschenke des Mundus intelligibilis („Gebote Gottes").
3. Der kategorische Imperativ (von Kant und seiner Schule) ist ein unhaltbares Dogma, aus einseitig introspectiver Analyse der Vernunft des höheren Culturmenschen abstrahirt. Pflicht und Gewissen sind beim Naturmenschen ganz verschieden.	3. Der kategorische Imperativ (von Kant und den Kantianern) hat als allgemeine Norm unbedingte Gültigkeit; als Product der praktischen Vernunft kommt er allen Menschen zu und ist dem Menschen ausschließlich eigenthümlich.
4. Die Begriffe von Gut und Böse sind daher relativ, zum großen Theil nur conventionell, abhängig vom Bildungsgrad und Zeitgeschmack.	4. Die Begriffe von Gut und Böse sind daher absolut, nicht conventionell, unabhängig vom jeweiligen Culturzustand und Bildungsgrade.
5. Die niedere Moral der rohen Naturvölker ist als Ueberrest des ursprünglichen Sittenzustandes unserer Wilden-Ahnen zu beurtheilen (progressive Ethik).	5. Die niedere Moral der rohen Naturvölker ist als Abfall von dem ursprünglich reinen Sittenzustand des Paradies-Menschen (vor dem „Sündenfall") zu beurtheilen (regressive Ethik).
6. Die Sünde, als absichtliche Uebertretung der conventionellen Gebote, ist nur insoweit strafbar, als sie das Wohl und den normalen Zustand der Gesellschaft und der zugehörigen Personen schädigt. Es giebt „Erlösung von der Sünde" nur durch vernünftige Besserung, aber keine „Vergebung der Sünde".	6. Die Sünde, als die absichtliche Uebertretung der göttlichen Gebote, ist unbedingt strafbar, gleichviel ob sie auf Vererbung („Erbsünde") oder auf Anpassung (Gewohnheit) beruht; sie kann aber durch „Erlösung" gesühnt und von der Kirche (als göttlicher Macht) „vergeben" werden.
7. Da die Sitten des Menschen aus den socialen Instincten der höheren Wirbelthiere sich entwickelt haben, und ein freier Wille bei allen Vertebraten nicht existirt, ist auch die Ethik determinirt.	7. Da die Sitten des Menschen von den socialen Instincten der höheren Wirbelthiere absolut verschieden und auf freien Willen zurückzuführen sind, ist auch die Ethik indeterminirt.

Neunzehntes Kapitel.

Dualismus.

Körperwelt und Geisterwelt. Realismus und Idealismus. Goethe und Schiller. Anti-Kant. Trinität der Substanz.

„Man ist bei Kant wie auf dem Jahrmarkt; da ist Alles zu haben: Willensunfreiheit und Willensfreiheit; Idealismus und Widerlegung des Idealismus, Atheismus und der liebe Gott. — Wie der Taschenspieler aus dem leeren Hut, so zieht Kant aus dem Pflichtbegriff zum Erstaunen des Lesers Gott, Freiheit, Unsterblichkeit hervor. Freilich wagen sich diese mit der Unredlichkeit gezeugten Bastarde der Kant'schen Philosophie nicht so ganz an das Licht des Tages; sie schämen sich ihrer Existenz, zumal alle drei nicht recht wissen, ob sie denn nun existiren oder nicht. Aber sie müssen existiren, weil sie Gott und Menschen, besonders obrigkeitlichen, wohlgefällige Wesen sind. — Kant war ehrlich im Leben, unklar und unehrlich in der Philosophie."

Paul Rée (1903).
(Die Philosophie Kant's.)

Inhalt des neunzehnten Kapitels.

Dualistische Weltanschauung von Kant I und Kant II. Seine Antinomien. Kosmologischer Dualismus. Die beiden Welten. Körperwelt und Geisterwelt. Wahrheit und Dichtung. Goethe und Schiller. Realismus und Idealismus. Anti-Kant. Substanz-Gesetz. Attribute der Substanz. Empfindung und Energie. Passive und active Energie. Trinität der Substanz: Stoff, Kraft und Empfindung. Erhaltung der Empfindung. Psyche und Physis. Versöhnung der Principien.

Literatur.

Ludwig Feuerbach, 1842. Wider den Dualismus von Leib und Seele, Fleisch und Geist. — Das Wesen des Christenthums. Leipzig.

Albrecht Rau, 1896. Empfinden und Denken. Gießen.

Derselbe, 1882. Ludwig Feuerbach's Philosophie, die Naturforschung und die philosophische Kritik der Gegenwart. Leipzig.

Albert Lange, 1865. Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart. 7. Aufl., 1902. II. Band. Kant und der Materialismus. Leipzig.

Oswald Külpe, 1895. Einleitung in die Philosophie. 2. Aufl., 1904. Leipzig.

Immanuel Kant, 1781. Die Kritik der reinen Vernunft. Königsberg.

Derselbe, 1783. Prolegomena zu einer künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können. Königsberg.

Derselbe, 1788. Die Kritik der praktischen Vernunft. Königsberg.

Derselbe, 1790. Die Kritik der Urtheilskraft. Königsberg.

René Descartes, 1641. Meditationes de prima philosophia. 1644. Principia philosophiae. Paris.

Arthur Schopenhauer, 1819. Die Welt als Wille und Vorstellung. Leipzig.

Eduard Hartmann, 1869. Philosophie des Unbewußten. 10. Aufl., 1890. Berlin.

Paul Deussen, 1902. Die Elemente der Metaphysik. Leipzig.

Ernst Mach, 1886. Beiträge zur Analyse der Empfindungen. Jena.

Max Verworn, 1904. Naturwissenschaft und Weltanschauung. Eine Rede. Leipzig.

Fritz Schultze, 1890. Stammbaum der Philosophie. 2. Aufl., 1899. Leipzig.

Paul Rée, 1903. Philosophie. Berlin. (Nachgelassenes kritisches Werk von größter Bedeutung.) Vergl. S. 474, 507.

Die Geschichte der Philosophie lehrt uns, wie der denkende Menschengeist schon seit mehr als zwei Jahrtausenden auf sehr verschiedenen Wegen nach der Erkenntniß der Wahrheit gestrebt hat. So mannigfaltigen Ausdruck aber auch die Ergebnisse dieser Denkarbeit in den Systemen der zahlreichen Philosophen gefunden haben, so können wir doch von einem höheren allgemeinen Gesichtspunkte aus alle verschiedenen Systeme in zwei entgegengesetzte Reihen bringen: den Monismus als Einheits-Philosophie und den Dualismus als zweiheitliche Weltanschauung; hervorragende und typische Vertreter des Monismus sind Lucretius und Spinoza; führende Häupter des Dualismus sind Plato und Descartes. Außer den consequenten Denkern beider Richtungen giebt es aber noch zahlreiche Philosophen, die zwischen beiden hin und her schwanken oder die in verschiedenen Perioden ihres Lebens entgegengesetzte Anschauungen vertreten haben. Diese Widersprüche selbst stellen dann wieder einen persönlichen Dualismus der Ueberzeugung des betreffenden Denkers dar. Das interessanteste Beispiel dafür liefert Immanuel Kant; da sein System der kritischen Philosophie noch gegenwärtig den größten Einfluß besitzt, und da ich bei den wichtigsten Fragen der Welträthsel und der Lebenswunder genöthigt war, meine monistischen Ueberzeugungen den dualistischen Anschauungen von Kant gegenüber zu stellen, erscheint es zweckmäßig, diesen Gegensatz hier nochmals zu beleuchten und zu motiviren. Ich halte mich um so mehr dazu verpflichtet, als eine der scharfsinnigsten von den zahlreichen Gegenschriften, die meine „Welt-

räthsel" hervorgerufen haben, diejenige des Metaphysikers Erich Adickes in Kiel, den bezeichnenden Titel führt: „Kant contra Haeckel; Erkenntniß-Theorie gegen naturwissenschaftlichen Dogmatismus" (Berlin, 1901).

Die beiden Kante. In dem „Glaubensbekenntniß der reinen Vernunft", das ich 1903 als Nachwort zu der Volksausgabe der „Welträthsel" veröffentlichte, hatte ich, gegenüber Adickes und anderen Vertheidigern des Kantischen Dualismus, auf den schroffen Gegensatz hingewiesen, in welchem „die großartigen Entwickelungsgedanken des monistischen Naturphilosophen Kant zu den mystischen Lehren stehen, welche später der dualistische Metaphysiker Kant zur Grundlage seiner ganzen Erkenntniß-Theorie machte, und welche heute wieder in höchstem Ansehen stehen. Man muß eben bei jeder Betrachtung seiner Lehren zuerst fragen: Welcher Kant ist gemeint? Kant Nr. I, der Begründer der monistischen Kosmogenie, der kritische Ergründer der reinen Vernunft? — oder Kant Nr. II, der Verfasser der dualistischen Kritik der Urtheilskraft, der dogmatische Erfinder der praktischen Vernunft? Kant Nr. I behauptete „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen", und stellte den Satz auf, daß der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung aller Erscheinungen einschließe; Kant Nr. II dagegen vertrat die nothwendige Unterordnung des Princips des Mechanismus unter das teleologische, in Erklärung eines Dinges als Naturzweck. Kant I, der kritische Naturphilosoph, wies überzeugend nach, daß die drei Central-Dogmen der Metaphysik: Gott, Freiheit und Unsterblichkeit, für die reine Vernunft unzugänglich und unbeweisbar seien. Kant II dagegen, der dogmatische Glaubensheld, behauptete, daß diese drei mystischen Phantasie-Gebilde unentbehrliche Postulate der praktischen Vernunft seien. Dieser durchgreifende Gegensatz zwischen zwei unversöhnlichen Principien, zwischen der theoretischen reinen Erkenntniß und den praktischen Glaubenssätzen, zieht sich durch die ganze lange Gedankenarbeit

Kants von Anfang bis zu Ende durch und ist nie zum Ausgleich gelangt." Daß dieser Gegensatz insbesondere für die Stellung von Kant zur Entwickelungslehre die größte Bedeutung besitzt, hatte ich schon in der ersten Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" gezeigt (1868, Vortrag V). Uebrigens sind die fundamentalen Widersprüche in den beiden Weltanschauungen von Kant schon oft erörtert und von allen unbefangenen Kritikern seines transscendentalen Idealismus anerkannt worden; in neuester Zeit hat sie namentlich Paul Rée in seiner kritischen „Philosophie" (1903) sehr scharf beleuchtet. Wir brauchen daher über die Thatsache derselben kein Wort weiter zu verlieren; wohl aber müssen wir noch etwas nach ihren Ursachen fragen.

Antinomien von Kant. Ein so scharfer und umfassender Denker, wie Kant, war sich natürlich jenes inneren durchgreifenden Widerspruches seiner dualistischen Weltanschauung wohl bewußt. Er versuchte denselben durch seine Lehre von den Antinomien zu lösen; er behauptete, daß die theoretische reine Vernunft mit sich selbst in Widerspruch gerathe, wenn sie es versuche, die Gesammtheit der Naturerscheinungen als Totalität, als ein in sich abgeschlossenes Ganzes zu denken. Bei jedem consequenten Ansatze zu einer einheitlichen und vollständigen Weltanschauung sollten sich solche unlösbare Antinomien ergeben, innerlich sich widersprechende Sätze, die sich mit gleich guten Vernunftgründen beweisen lassen. So z. B. behauptet die Physik und Chemie, daß die Materie aus Atomen, als letzten einfachen Theilchen, bestehen müsse; die Logik hingegen, daß die Materie ins Unendliche theilbar sei. Nach der einen Ansicht sind Zeit und Raum unendlich, ohne Grenze, nach der anderen endlich und begrenzt. Kant versuchte nun diese Widersprüche durch seinen transscendentalen Idealismus zu lösen, durch die Annahme, daß die Dinge und ihr Zusammenhang überhaupt nur in unserer Vorstellung existiren, nicht an und für sich bestehen. So gelangte er zu der falschen Erkenntniß-Theorie, die man als „Kriticismus" verherrlicht, während sie in der That nur eine neue

Form des Dogmatismus ist. Die Antinomien werden durch dieselbe gar nicht erklärt, sondern nur bei Seite geschoben; auch war die Behauptung vollkommen irrthümlich, daß sich Thesen und Antithesen gleich gut beweisen ließen.

Kosmologischer Dualismus. Das berühmte Jugendwerk von Kant, die „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ (1755) war in seinen kühnen Grundgedanken rein monistisch; denn es enthielt den großartigen Versuch, „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen zu erklären.“ Seine strenge mathematische Begründung erhielt dieser Versuch erst 40 Jahre später durch den großen französischen Mathematiker Laplace in seiner „Exposition du système du monde“ (1796). Dieser furchtlose und monistische Denker war consequenter Atheist und erklärte dem großen Napoleon I., daß für „Gott“ in seiner „Mécanique céleste“ (1799) kein Platz übrig sei. Kant hingegen fand später, daß sich für das Dasein Gottes zwar keinerlei vernünftige Beweise finden lassen, daß man aber aus moralischen Gründen an dasselbe glauben müsse. Dasselbe behauptete er auch von der Unsterblichkeit der Seele und von der Freiheit des Willens. Zur Aufnahme dieser drei Glaubens-Objecte construirte er sodann eine besondere intelligible Welt; das „moralische Bewußtsein“ solle uns zwingen, an die Existenz dieser „übersinnlichen Welt“ zu glauben, obwohl unsere reine theoretische Vernunft völlig unfähig sei, sich davon irgend eine anschauliche Vorstellung zu machen. Der kategorische Imperativ (dessen Unhaltbarkeit wir schon im 18. Kapitel dargethan haben), solle unser moralisches Bewußtsein, die Unterscheidung von „Gut und Böse“, unbedingt bestimmen. Im weiteren Ausbau seiner ethischen Metaphysik erklärte sodann Kant ausdrücklich, daß der praktischen Vernunft der Vorrang (oder der Primat) vor der theoretischen gebühre —, mit anderen Worten, daß das Glauben über dem Wissen stehe. Damit war denn jeder mystischen Theologie, jedem unvernünftigen Glauben der

Eintritt in die Weltanschauung und der unbedingte Vorrang vor aller vernünftigen Naturerkenntniß gesichert.

Die beiden Welten. Während die ältere griechische Naturphilosophie in bewunderungswürdiger Klarheit rein monistisch dachte, während Anaximander und sein Schüler Anaximenes (im 6. Jahrhundert v. Chr.) die Welt im Sinne unseres heutigen Hylozoismus durchaus einheitlich auffaßten, bildete zuerst Platon (200 Jahre später) die dualistische Idee von zwei verschiedenen Welten wissenschaftlich aus. Die Körperwelt ist real, unserer sinnlichen Erfahrung zugänglich, stoffliche Erscheinung, veränderlich und vergänglich; ihr steht gegenüber die Geisterwelt oder Ideenwelt, nur dem Denken zugänglich, übersinnlich, ideal, zugleich unvergänglich und unwandelbar. Die körperlichen Dinge, als Objecte der Physik, sind nur vergängliche, stoffliche Abbilder der ewigen Ideen, der wahren „Urbilder der Dinge"; diese letzteren sind der Erfahrung unzugänglich, Objecte der Metaphysik. Auch der Mensch, als das vollkommenste aller Dinge, gehört diesen zwei verschiedenen Welten an; sein stofflicher Körper ist sterblich und vergänglich, der Kerker der unsterblichen, unsichtbaren Seele. Die ewigen Ideen halten sich nur zeitweilig in der Körperwelt, im irdischen Diesseits auf; sie wohnen aber sonst ständig im Jenseits, in der unsichtbaren Geisterwelt, wo die höchste Idee (als „Gott" oder Idee des Guten) in vollendeter Einheit Alles beherrscht. Die menschliche Seele, mit freiem Willen begabt, hat die Pflicht, durch Ausbildung ihrer drei sittlichen Grundvermögen: Denken, Muth und Begierde, die drei Cardinal-Tugenden zu entwickeln: Weisheit, Tapferkeit und Besonnenheit. Diese Grundprincipien des Platon, die sein Schüler Aristoteles systematisch weiter ausbildete, fanden um so mehr allgemeine Anerkennung in weitesten Kreisen, als sie vortrefflich mit den religiösen, 400 Jahre später auftretenden Grundlehren des Christenthums sich verbinden ließen. Die große Mehrzahl der nachfolgenden philosophischen und religiösen Systeme bewegt sich in denselben dualistischen Bahnen. Auch die Meta-

physik von **Kant** ist nur eine neue Form derselben; nur wird ihr dogmatischer Charakter hier dadurch verhüllt, daß ihm das blendende Aushängeschild des **kritischen** vorgebunden wird.

Die Körperwelt (Mundus sensibilis). Die erstaunlichen Fortschritte der Naturerkenntniß im 19. Jahrhundert haben uns unermeßliche Gebiete der realen Welt eröffnet, deren Erscheinungen unserer sinnlichen Beobachtung und dem Verständniß unseres Phronema zugänglich sind; sie haben uns aber nicht eine einzige Thatsache kennen gelehrt, die auf die Existenz einer immateriellen Welt hindeutet. Vielmehr hat sich mehr und mehr herausgestellt, daß das sogenannte „**Jenseits**" — die Ideenwelt von **Platon**, die intelligible Welt von **Kant** — ein reines Phantasie-Gebilde ist und nur als Gegenstand der Dichtung Werth besitzt. Insbesondere hat die Physik und Chemie mit Sicherheit ergeben, daß alle der Beobachtung zugänglichen Erscheinungen auf physikalischen und chemischen Gesetzen beruhen, daß alle auf das einheitliche, allgemein gültige **Substanz-Gesetz** zurückzuführen sind. Die Anthropogenie hat uns überzeugt, daß der Mensch erst in später Tertiär-Zeit aus einer Reihe von Säugethier-Ahnen sich entwickelt hat; die vergleichende Anatomie und Physiologie hat bewiesen, daß seine „Seele" eine Function des Gehirns, sein Wille nicht frei, sein „Geist" die Thätigkeit des Phronema in der Großhirnrinde ist; die physiologische Function dieser Seele ist an ihr Organ gebunden, sie geht mit diesem im Tode zu Grunde und kann ebenso wenig „unsterblich" sein, als die Seele der übrigen Mammalien. Endlich hat die moderne Kosmologie und Kosmogenie ergeben, daß von einer Existenz und Wirksamkeit eines persönlichen, außerweltlichen Gottes nirgends eine Spur zu finden ist. Alles, was unserer wissenschaftlichen Erkenntnis zugänglich ist, bildet einen Theil der **Körperwelt**, des Mundus sensibilis.

Die Geisterwelt (Mundus intelligibilis). In seinen methaphysischen Betrachtungen über den Mundus intelligibilis, die übersinnliche Welt, legt **Kant** besonderen Nachdruck darauf, daß sie uns nicht durch die Erfahrung, sondern bloß durch den Glauben zugänglich ist. Unser „moralisches Bewußtsein" soll uns von ihrer Existenz überzeugen, uns aber nicht gestatten, irgend eine sinnliche Anschauung davon zu bilden oder nur eine begriffliche Vorstellung davon zu machen. Die drei großen „Central-Mysterien der Metaphysik", der

persönliche Gott, die unsterbliche Seele und der freie Wille, sind demnach leere Begriffe ohne Inhalt und Umfang (— eigentlich unklare „Träume eines Geistersehers" —!). Da jedoch mit diesen leeren Worten Nichts anzufangen ist, haben die meisten Nachfolger und Anhänger von Kant sich bemüht, jenen drei Central-Begriffen irgend einen positiven Inhalt und Umfang zu geben, meistens im Anschluß an die traditionellen Sagen und religiösen Dogmen. Nicht allein die orthodoxen Kantianer, sondern selbst so kritische Natur-Philosophen wie Schleiden, haben mit Bestimmtheit die dogmatische Behauptung vertreten, daß Kant und seine Schüler die drei transscendenten Ideen „Seele, Freiheit, Gott" ebenso sicher festgestellt haben, wie Keppler, Newton und Laplace „die Gesetze des Sternenlaufes"; irrthümlich glaubte Schleiden, durch diese dogmatische Wendung den „Materialismus der neueren Deutschen Naturwissenschaft" widerlegt zu haben. Dem gegenüber hat schon Lange in seiner trefflichen „Geschichte des Materialismus" (Bd. II, S. 2) darauf hingewiesen, daß ein solcher Dogmatismus dem Geiste der reinen Vernunftkritik völlig fremd sei, und daß Kant jene drei Ideen als gänzlich unfaßbar für positive wie negative Beweise ganz in das Gebiet der praktischen Philosophie verwies. Lange sagt aber weiterhin: „Kant wollte nicht einsehen, was schon Platon nicht einsehen wollte, daß die intelligible Welt eine Welt der Dichtung ist, und daß gerade hierauf ihr Werth und ihre Würde beruht" (Bd. II, S. 61). Wenn aber diese Gebilde der dichtenden Phantasie reine „Glaubensdichtungen" sind, wenn wir uns keinerlei positive oder negative Vorstellung davon machen dürfen, dann fragen wir: Was hat denn überhaupt diese eingebildete Geisterwelt mit der Erkenntniß der Wahrheit zu thun?

Wahrheit und Dichtung. Indem wir bei dieser Gelegenheit die Grenze von Wahrheit und Dichtung streifen, müssen wir zugleich die Bedeutung beider Vorstellungskreise für die Bildung einer bestimmten Weltanschauung erörtern. Unzweifelhaft ist unser menschliches Wissen beschränkt; unserer Erkenntniß der Wahrheit sind bestimmte Grenzen gesteckt durch die angeborene (— von einer Reihe Primaten-Ahnen ererbte! —) Organisation unseres Gehirns und unserer Sinnesorgane. Kant hat also in seiner kritischen Erkenntniß-Theorie insoweit Recht, als wir immer nur die Erscheinung der Dinge erkennen können, nicht ihr innerstes unbekanntes Wesen, das er als „Ding an sich" bezeichnet. Er hat aber Unrecht und führt unsere

Naturerkenntniß irre, wenn er deshalb die Realität der Außenwelt in Zweifel zieht und behauptet, daß sie nur in unseren Vorstellungen existire! — mit anderen Worten, daß „das Leben ein Traum sei". Daraus, daß wir mit Hülfe unserer Sinne und unseres Phronema nur einen Teil der Eigenschaften der Dinge (mehr oder weniger unvollkommen) erkennen, folgt doch nicht, daß wir ihre Existenz in Raum und Zeit anzweifeln dürfen; diese sind vielmehr für uns unentbehrliche „Formen der Anschauung". Das Causalitäts-Bedürfniß unserer Vernunft treibt uns aber, die Lücken unserer empirischen Kenntnisse mittelst unserer Einbildungskraft zu ergänzen und so eine annähernde Vorstellung vom Ganzen zu gewinnen. Man kann diese Thätigkeit der Phantasie als Dichtung im weiteren Sinne bezeichnen, als Hypothese im Gebiete wissenschaftlicher Erkenntniß, als Glaube im Gebiete der Religion. Allein diese Producte der Phantasie müssen immer eine concrete Form annehmen, d. h. als Vorstellung erscheinen (Dolesen, Welträthsel 136). Thatsächlich begnügt sich daher die Dichtung, welche die Ideal-Welt construirt, niemals mit der bloßen Annahme ihrer Existenz (wie Kant will!), sondern bildet sich darüber irgend welche „Vorstellungen". Diese „Gestalten des Glaubens", wie sie Swoboda (l. c.) so vortrefflich in ihrer unendlichen Mannigfaltigkeit zusammengestellt hat, sind aber für die Weltanschauung theoretisch nur dann von Werth, wenn sie den wissenschaftlich gewonnenen Erkenntnissen nicht widersprechen (— also zulässige, wenn auch provisorische Hypothesen! —); im anderen Falle sind sie für die Erkenntniß der Wahrheit werthlos, wenn auch praktisch — in ethischer Beziehung — nützlich. Wir erkennen also gern den hohen ethischen und besonders pädagogischen Werth der Dichtung, der Sage und des Mythus an, können ihr aber bei unserem Forschen nach Wahrheit unmöglich den Vorrang vor der empirischen Erkenntniß einräumen. Ich stimme persönlich ganz der trefflichen Kritik von Kant's Weltanschauung bei, die Albert Lange in seiner „Geschichte des Materialismus" giebt (Bd. II, S. 1—63); aber ich kann ihm nicht weiter folgen, wenn er dabei seinen Idealismus aus dem praktischen Vernunftgebiete auf das theoretische überträgt, und die daraus abgeleitete irrige Erkenntniß-Theorie gegen den Monismus und Realismus verwerthet. Richtig ist es, wenn Lange sagt: „Es fehlte Kant nicht an Sinn für diese Auffassung der intelligiblen Welt (als Welt der Dichtung); aber sein ganzer Bildungsgang und die Zeit, in

welcher sein geistiges Leben wurzelt, verhinderten ihn hier, zum vollen Durchbruch zu kommen. Wie es ihm versagt war, für den gewaltigen Bau seiner Gedanken eine edle, von mittelalterlicher Verschnörkelung freie Form zu finden, so kam auch seine positive Philosophie nicht zu voller und freier Entfaltung. Seine Philosophie steht aber mit einem Janus-Antlitz auf der Grenze zweier Zeitalter. — Er selbst ist, trotz aller Fehler seiner Deductionen, ein solcher Lehrer im Ideal geworden; vor Allen hat Schiller mit divinatorischer Geisteskraft das Innerste seiner Lehren erfaßt und sie von ihren scholastischen Schladen gereinigt. — Kant glaubt, die „intelligible Welt" dürfe man nur denken, nicht erschauen; aber was er darüber denkt, soll „objective Realität" haben. — Schiller hat mit Recht die intelligible Welt anschaulich gemacht, indem er sie als Dichter behandelte, und damit ist er in die Fußtapfen Plato's getreten, der im Widerspruch mit seiner eigenen Dialektik das Höchste schuf, wenn er im Mythus das Übersinnliche sinnlich werden ließ. Schiller, der „Dichter der Freiheit", durfte es wagen, die Freiheit offen in das „Reich der Träume" und in das „Reich der Schatten" zu versetzen; denn unter seiner Hand erhoben sich die Träume und Schatten zum Ideal." — Bei der hohen Bedeutung, die der Idealismus in Schiller's Dichtungen für die weite Geltung von Kant's praktischer Moral-Philosophie erlangt hat, wollen wir hier noch einen Seitenblick auf seine idealistische Weltanschauung, verglichen mit der realistischen von Goethe, werfen.

Goethe und Schiller. Der fundamentale Gegensatz in der Weltanschauung der beiden größten Dichter unserer classischen deutschen Literatur-Periode ist tief in ihrer Natur begründet; das ist so oft und eingehend gezeigt worden, und zugleich ist auch die glückliche Ergänzung dieser beiden gewaltigen Geisteshelden so oft hervorgehoben, daß wir hier nur kurz daran zu erinnern brauchen. Was Goethe betrifft, so habe ich schon 1866 (in der „Generellen Morphologie") mich bemüht, seine historische Bedeutung für unsere moderne Entwickelungslehre und den darauf gegründeten Monismus darzulegen. Dieser größte deutsche Genius fand trotz seiner bewunderungswürdigen Vielseitigkeit noch Zeit, nicht allein kostbare Jahre dem morphologischen Studium der Organismen zu widmen,

sondern auch auf dieser empirischen Basis umfassende biologische Theorien zu begründen; seine Metamorphose der Pflanze und seine Wirbeltheorie des Schädels berechtigen uns, ihn als einen der ersten und bedeutendsten Vorläufer Darwin's zu bewundern. Als ich diese Beziehungen im 4. Vortrage der „Natürl. Schöpfungsgeschichte" auseinandersetzte, wies ich zugleich auf die tiefe Bedeutung hin, die jene morphologischen Studien, in Verknüpfung mit der Entwickelungs-Idee, für die realistische Weltanschauung von Goethe besaßen; sie führten ihn direct zum Monismus und zu der Bewunderung von Spinoza's monistischem Pantheismus. Schiller hatte für diese Studien weder tieferes Interesse, noch klares Verständniß. Seine idealistische Philosophie führte ihn vielmehr zur eingehenden Beschäftigung mit Kant's dualistischer Methaphysik und zur Anerkennung ihrer drei Central-Mysterien: Gott, Seele und Freiheit. Sowohl Schiller als Goethe besaßen gründliche Kenntnisse in Anthropologie und Psychologie. Aber auf Schiller's transscendentalen Idealismus, in dem das ethisch-ästhetische Element ganz überwog, übten die anatomischen und physiologischen Studien, die er als Regiments-Chirurg hatte durchmachen müssen, nur sehr geringen Einfluß. Hingegen wurden für den empirischen Realismus Goethe's seine gelegentlichen medicinischen Studien in Straßburg, noch viel mehr aber später seine vergleichend-anatomischen und botanischen Forschungen in Jena und Weimar, von allergrößter Bedeutung.

Realismus und Idealismus. Der philosophische Gegensatz, der so zwischen Goethe und Schiller in der biologischen Begründung ihrer Weltanschauung sich geltend machte, spiegelt gewissermaßen das Janus-Antlitz wieder, das der philosophische Genius des deutschen Volkes bis auf den heutigen Tag zeigt. Von unseren beiden größten Dichtern ist der Realist Goethe tief in das empirische Studium der Körperwelt eingedrungen und sucht mit Spinoza die Einheit des Universums zu ergründen. Hingegen lebt der Idealist Schiller vorzugsweise in der Geisterwelt und sucht mit Kant deren ethische Ideale, Gott, Freiheit und Un-

sterblichkeit, für die „Erziehung des Menschengeschlechts“ nutzbar zu machen. Beide Richtungen des Denkens haben den germanischen Genius — ebenso wie vor 2000 Jahren den hellenischen — zu einer großen Anzahl hochbedeutender Schöpfungen des Geisteslebens geführt. Goethe hat in seinem Leben die Ideale praktisch verwirklicht, die Kant theoretisch entdeckt und Schiller als die erstrebenswerthen Ziele der Zukunft hingestellt hatte.

Es ist aber unrichtig, aus einzelnen Aeußerungen von Goethe schließen zu wollen, daß er gelegentlich den Dualismus von Schiller auch in seine Weltanschauung aufgenommen habe. Einige Mittheilungen, die Eckermann in dieser Beziehung aus seinen Gesprächen mit Goethe hinterlassen hat, sind mit großer Vorsicht aufzunehmen. Ueberhaupt ist diese vielbenutzte Literatur-Quelle nicht rein; viele Aeußerungen, die der kleine Eckermann dem großen Goethe in den Mund legt, widersprechen ganz seinem Charakter und sind mehr oder weniger entstellt. Wenn aber gar darauf hin neuerdings hochgestellte Festredner in Berlin verkünden, daß Goethe in gleicher Weise wie Schiller die hohen Ideale von Gott, Freiheit und Unsterblichkeit gerettet, ja sogar damit Zeugniß für seinen christlichen Kirchenglauben abgelegt habe, so zeigen sie damit nur, wie wenig sie den tiefgreifenden Unterschied in der Weltanschauung beider Dichter kennen. Goethe nannte sich bekanntlich selbst einen „decidirten Nichtchristen“! Das Glaubensbekenntniß des „großen Heiden“ Goethe, das er in „Faust“ und „Prometheus“, in „Gott und Welt“ und in hundert anderen herrlichen Dichtungen niedergelegt, ist der reine Monismus, und zwar jene pantheistische Richtung desselben, die wir als die einzig naturgemäße anerkennen, der klare Hylozoismus; er ist ebenso verschieden von dem einseitigen Materialismus von Holbach und Carl Vogt, wie von dem extremen Dynamismus von Leibniz und Ostwald. Dagegen stand Schiller dieser realistischen Weltbetrachtung ganz fremd gegenüber; sein idealistischer Sinn flüchtete sich aus der Natur in die Geisteswelt. Allein unser

theoretischer Hylozoismus schließt den praktischen Idealismus keineswegs aus, wie Goethe in seinem ganzen Leben gezeigt hat. Umgekehrt zeigen uns hochgestellte Fürsten und Priester sehr häufig, wie gut sich theoretischer Idealismus mit praktischem Materialismus, d. h. Hedonismus, verbinden läßt.

Anti-Kant. Im Februar 1904 wurde von der ganzen gebildeten Welt die hundertjährige Todesfeier von Kant in feierlichster Weise begangen. In zahlreichen akademischen Reden und Schriften wurde er als der größte deutsche Denker gefeiert. Immanuel Kant starb am 12. Februar 1804, an demselben Tage, an dem Charles Darwin fünf Jahre später geboren wurde. Unzweifelhaft ist der Einfluß von Kant auf die ganze Gestaltung der deutschen Philosophie von größter Bedeutung gewesen. Bei aller Anerkennung seines seltenen Genius darf man aber nicht blind sein gegen die auffälligen Widersprüche und Mängel seiner dualistischen Weltanschauung; vom monistischen Standpunkte der modernen Natur-Erkenntniß muß man sogar den Einfluß seiner allgewaltigen Autorität während des ganzen 19. Jahrhunderts geradezu für verderblich halten. Ganz gewiß besaß Kant ein ungewöhnliches Talent für seine philosophische Speculation, für tief eindringendes Denken und verwickeltes Begriffbilden, und er verband diese genialen Anlagen mit einem tadellosen Charakter und unbestechlichen Wahrheitssinn im Leben —, aber nicht im Denken! Es war ein großes Unglück für Kant und für die von ihm geleitete philosophische Schule, daß sein Bildungsgang ihn verhinderte, sich eine gründliche Kenntniß und eine naturgemäße Auffassung der realen Welt anzueignen. Zeitlebens in den engen Schranken seiner Vaterstadt Königsberg eingeschlossen, überschritt er niemals die Grenzen der Provinz Preußen und lernte niemals auf Reisen die weite Welt kennen. Im Studium der Natur beschränkte er sich auf die Physik der anorganischen Welt, im Studium des Menschen auf die unsterbliche Seele. Nach Vollendung seiner Universitäts-Studien mußte Kant sich neun Jahre hindurch (vom

22. bis 31. Lebensjahre) sein Brot als Hauslehrer verdienen, gerade in jener wichtigsten Periode des Jünglings-Lebens, in welcher nach aufgenommener akademischer Bildung die selbständige Entwickelung des persönlichen und wissenschaftlichen Charakters für das ganze folgende Leben sich entscheidet.

Zu diesen ungünstigen äußeren Verhältnissen der geistigen Anpassung kam noch ein tief mystischer Zug in Kant's Charakter, der durch Vererbung von frommen Eltern bedingt und durch die streng religiöse Erziehung seit frühester Jugend befestigt war. So trat namentlich in späteren Jahren bei ihm immer mehr der Glaube an die drei Central-Mysterien in den Vordergrund; er räumt ihnen den Vorrang vor allen Erkenntnissen der reinen theoretischen Vernunft ein, obwohl er zugestand, daß man sich irgend eine positive oder negative Vorstellung nicht davon bilden könne. Wie kann aber der Glaube an Gott, Freiheit und Unsterblichkeit als höchstes Postulat der praktischen Vernunft die ganze Weltanschauung bestimmen, wenn man mit diesen drei Fundamental-Begriffen überhaupt keinerlei anschauliche Vorstellung verbinden kann?

Realismus. Jede Philosophie, die diesen Namen verdient, muß in erster Linie für die Grundlage ihrer Gedanken-Arbeit klare Vorstellungen schaffen; sie muß mit den Grundbegriffen bestimmte Anschauungen verbinden. Daher haben sich denn auch die meisten Nachfolger von Kant nicht damit begnügt, seiner Vorschrift zu folgen, die drei Central-Mysterien bloß zu glauben, sondern sie haben sich bemüht, den leeren Begriffen von Gott, Freiheit und Unsterblichkeit bestimmte Vorstellungen unterzulegen. Damit haben sie an die Phantasie-Gebilde der Religionen angeknüpft und sind aus dem Gebiete der realen Welterkenntniß in das transscendente Reich der Dichtung übergetreten. Unsere monistische, auf reale Natur-Erkenntniß gegründete Weltanschauung lehnt diesen Dualismus ab und wendet sich zum reinen hylozoistischen Monismus.

Kritik von Kant. Die außerordentliche Verherrlichung von Kant, die sich bei Gelegenheit seiner diesjährigen Saecular-Feier

in unzähligen Reden und Schriften kundgab, mußte vielen Naturforschern befremdend erscheinen, die in dem transscendentalen Idealismus von Kant das größte Hinderniß für die Fortschritte der modernen monistischen Naturphilosophie erblicken. Sie erklärt sich aber leicht aus mehreren einleuchtenden Gründen. In erster Linie ist hier der innere Widerspruch zwischen fundamental entgegengesetzten Anschauungen bedeutungsvoll; denn jedermann konnte sich aus Kant's Werken das heraussuchen, was seiner Ueberzeugung entsprach: der monistische Physiker das mechanische Walten des Naturgesetzes in der ganzen erkennbaren Welt, der dualistische Metaphysiker das freie Walten des göttlichen Zweckes in der immateriellen Geisterwelt. Der Arzt und Physiologe konnte mit Befriedigung feststellen, daß Kant in der reinen Vernunft keinerlei Beweis für die Existenz Gottes, die Unsterblichkeit der Seele und die Willensfreiheit hatte finden können; der Jurist und Theologe konnte mit gleicher Befriedigung behaupten, daß Kant in der praktischen Vernunft diese drei großen „Central-Dogmen" der Metaphysik als unentbehrliche Postulate sicher gestellt habe. Wie sich diese unversöhnlichen Widersprüche in Kant's Weltanschauung aus seiner „Psychologischen Metamorphose" theilweise erklären, habe ich bereits im 6. Kapitel der „Welträthsel" gezeigt.

Aber gerade diese diametralen Widersprüche, die Kant's Philosophie von Anfang bis zu Ende durchziehen, gewinnen derselben die größte Beliebtheit in weitesten Kreisen. Das gebildete Publicum, das sich für Gewinnung einer Weltanschauung interessirt, liest zwar selten und mit Unbehagen Kant's schwer verständliche (— oft entsetzlich verschnörkelte! —) Werke im Original, ist aber voll befriedigt, wenn es durch deren Auszüge oder durch die Geschichtsschreiber der Philosophie erfährt, daß es dem „Alten vom Königsberge" glücklich gelungen sei, die Quadratur des Cirkels zu finden, nämlich die harmonische Versöhnung der Natur-Erkenntniß mit den drei Central-Dogmen der Metaphysik. Die „hohe Obrigkeit", der es vor Allem darum zu thun ist, diese letzteren zu retten,

begünstigt außerdem die Lehre von Kant's Dogmen, weil sie der wahren Aufklärung den Weg versperrt und von eigenem selbständigen Denken abschreckt. Besonders gilt das von den Unterrichts-Ministerien der beiden größten und einflußreichsten deutschen Staaten, Preußen und Bayern; bei ihrem offenkundigen Bestreben, die Schule der Herrschaft der Kirche zu unterwerfen, ist ihnen vor Allem der „Primat der praktischen Vernunft" erwünscht, d. h. die Unterwerfung der „reinen Vernunft" unter den Glauben der Offenbarung. Für die deutschen Universitäten aber gilt der „Glaube an Kant" gegenwärtig noch als die Eintrittskarte zum Studium der Philosophie. Wer von dem verderblichen Einfluß dieses officiellen „Kantglaubens" auf die Fortschritte der naturgemäßen Weltanschauung sich überzeugen will, der lese dessen vernichtende Kritik in dem nachgelassenen ausgezeichneten Werke von Paul Rée (Philosophie, Berlin, 1903).

Substanz-Gesetz. In principiellem Gegensatze zu den dualistischen Anschauungen, die noch gegenwärtig auf den Lehrstühlen der officiellen Philosophie (besonders in Deutschland) herrschen, müssen wir unsere monistische Weltanschauung auf die Allgültigkeit des Substanz-Gesetzes gründen. Dieses wahre „Universal-Gesetz" vereinigt in sich widerspruchslos das physikalische Energie-Gesetz („Erhaltung der Kraft") und das chemische Materie-Gesetz („Erhaltung des Stoffes"). Da ich bereits im 12. Kapitel der „Welträthsel" meine persönliche Auffassung dieses größten „Grundgesetzes der Natur" begründet habe, will ich nur nochmals daran erinnern, daß seine allgemeine Gültigkeit unabhängig ist von der besonderen Auffassung des Verhältnisses zwischen „Kraft und Stoff", zwischen „Energie und Materie". Der Materialismus von Holbach und Büchner betont einseitig die Bedeutung der Materie; der Dynamismus von Leibniz und Ostwald ebenso einseitig die Bedeutung der Energie. Wenn wir beide einseitige Auffassungen vermeiden und „Kraft und Stoff" als untrennbare Attribute der universalen Substanz auffassen, gelangen wir zu dem

reinen Monismus, wie er uns in der Weltanschauung von Spinoza und Goethe entgegen tritt. Wir können dann den Begriff „Substanz“ mit Hermann Kröll auch durch „Kraftstoff“ ersetzen. Unabhängig davon ist die weitere Frage, ob wir den kinetischen Substanz-Begriff der modernen Physik für richtig halten, oder den pyknotischen Substanz-Begriff, wie ihn neuerdings J. G. Vogt scharfsinnig entwickelt hat. („Welträthsel“ Kap. 12.)

Attribute der Substanz. Als die beiden einzigen dem Menschen erkennbaren „Attribute“, d. h. als die untrennbaren Grundeigenschaften der Substanz, ohne welche ihr Wesen undenkbar ist, hatte zuerst Spinoza „Ausdehnung“ und „Denken“ bezeichnet — nach unserer modernen Ausdrucksweise „Stoff und Kraft“. Denn das Ausgedehnte, d. h. den Raum Erfüllende ist eben die Materie; hingegen bedeutet „Denken“ bei Spinoza selbstverständlich nicht die Gehirn-Function des menschlichen Phronema, welche die moderne Psychologie unter „Gedankenbildung“ versteht, sondern in allgemeinstem Sinne die Energie. Während unser hylozoistischer Monismus die menschliche Psyche in diesem Sinne nur als eine besondere Form der Energie betrachtet, behauptet dagegen der herrschende Dualismus und Vitalismus, gestützt auf die Autorität Kant's, daß psychische und physikalische Energie zwei grundverschiedene Begriffe seien, erstere gehöre zum immateriellen Mundus intelligibilis, letztere zum materiellen Mundus sensibilis. Die Theorie des psychophysischen Parallelismus, wie sie neuerdings namentlich Wundt (1892) entwickelt hat, betont diesen dualistischen Gegensatz in schärfster Weise; sie behauptet, daß zwar „jedem psychischen Geschehen irgend welche physische Vorgänge entsprechen, beide aber völlig unabhängig von einander sind und nicht in natürlichem Causalzusammenhang stehen“. (Vgl. „Welträthsel“ Kap. 6.)

Empfindende Substanz. Die stärkste Stütze findet dieser weit verbreitete Dualismus in der Schwierigkeit, die Vorgänge der Empfindung unmittelbar mit denjenigen der Bewegung zu verknüpfen; dabei wird die erstere als eine psychische, die letztere

als eine physische Form der Energie angesehen. Die Umsetzung des äußeren Reizes (z. B. Lichtstrahlen, Schallwellen) in eine innere Empfindung (Sehen, Hören), wird zwar von der monistischen Physiologie als ein Vorgang des Kraftwechsels betrachtet, als Verwandlung der photischen und akustischen Energie in specifische „Nerven-Energie". Die wichtige Theorie von der „Specifischen Energie" der Sinnesnerven, wie sie Johannes Müller aufstellte, schlägt hier die Verbindungsbrücke zwischen jenen zwei Welten. Allein die Vorstellung, die jene Empfindungen hervorrufen, der centrale Vorgang im Denkorgan oder Phronema, der jene Eindrücke zum Bewußtsein bringt, wird dennoch meistens als ein unbegreifliches „Lebenswunder" betrachtet. Ich habe indessen schon im 10. Kapitel meiner „Welträthsel" zu zeigen versucht, daß auch das Bewußtsein nichts Anderes ist, als eine besondere Form der Nerven-Energie, und neuerdings hat Ostwald in seiner Naturphilosophie diesen Gedanken weiter ausgeführt.

Empfindung und Energie. Die Vorgänge der Bewegung, welche wir bei jeder Verwandlung einer Energieform in eine andere, bei jedem Uebergang von potentieller in actuelle Energie beobachten, ordnen sich den allgemeinen Gesetzen der Mechanik unter. Mit Recht hat nun die dualistische Metaphysik gegen die „mechanische Weltanschauung" geltend gemacht, daß dadurch die innere Ursache jener Bewegungen nicht aufgedeckt wird; sie sucht diese in den „psychischen Kräften". Nach unserer monistischen Ueberzeugung sind diese aber keine „immateriellen Kräfte", sondern begründet in der allgemeinen Empfindung der Substanz, die wir als Psychoma bezeichnen und als ein drittes Attribut der Substanz sowohl der Energie als der Materie gegenüber stellen.

Trinität der Substanz. Die Schwierigkeiten, welche die Verbindung unseres Monismus mit der Substanz-Lehre von Spinoza darbietet, werden überwunden, wenn man den Begriff der Energie von der Empfindung ablöst und auf die Mechanik beschränkt, so daß die Bewegung als eine dritte Grundeigenschaft der Substanz

neben die Materie (das „Ausgedehnte") und die Empfindung (das „Denkende") gestellt wird. Man kann auch den Begriff der Energie zerlegen in active Energie (= „Willen" im Sinne von Schopenhauer) und in passive Energie (= Empfindung in weitestem Sinne). Thatsächlich findet ja die Energie, auf welche die moderne Energetik alle Erscheinungen zurückführen will, in der Substanzlehre von Spinoza keinen selbständigen Platz neben der Empfindung; in dem Attribute des Denkens (d. h. der Psyche, des Geistes oder der Kraft) sind bei ihm Empfindung und Energie vereinigt. Ich bin der Ueberzeugung, daß Empfindung ebenso mit aller Materie verbunden ist, wie Bewegung, und daß gerade diese Dreieinigkeit der Substanz die sicherste Basis für unseren modernen Monismus bietet; ich formulire sie in den drei Grundsätzen: 1. Kein Stoff ohne Kraft und ohne Empfindung; 2. Keine Kraft ohne Stoff und ohne Empfindung; 3. Keine Empfindung ohne Stoff und ohne Kraft. Im ganzen Universum, wie in jedem kleinsten Theil desselben, in jedem Atom, wie in jedem Molecül, sind diese drei fundamentalen Attribute der Substanz untrennbar verknüpft. Bei der grundlegenden Bedeutung dieser Auffassung für unser hylonistisches System des Monismus erscheint es zweckmäßig, nochmals jedes dieser drei Attribute für sich und im Zusammenhang mit dem Substanz-Gesetz zu betrachten.

A. **Materie** (= Stoff). Als „Ausgedehnte Substanz" (Extensa) erfüllt die Materie den ganzen unendlichen Weltraum, und jeder einzelne Körper nimmt als reale Substanz einen Theil dieses Universums ein; das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes (Lavoisier, 1789) überzeugt uns, daß die Summe des Stoffes ewig und unveränderlich ist. Das gilt gleicher Weise von allen verschiedenen Arten der Masse, die wir als chemische Elemente unterscheiden, der „verdichteten Substanz" (Ponderabile), wie von dem Aether oder „Weltäther", der alle Zwischenräume zwischen den Atomen und Molecülen der Masse ausfüllt, der „genannten Substanz" (oder dem sogenannten Imponderabile). —

Die übliche Geringschätzung der Materie (— und die damit verknüpfte Verachtung des Materialismus —), ihre Herabsetzung gegenüber dem „Geiste", erklärt sich einerseits aus der Gewohnheits-Phrase der „todten und rohen Materie", anderseits aus der festgewurzelten erblichen Mystik, die wir von unseren Barbaren-Ahnen überkommen haben und nur schwer los werden können.

B. **Energie** (= Kraft). Als „Bewegte Substanz" (Dynamis) stellen wir uns „alle Theile des unendlichen Weltraums" in ewiger und ununterbrochener Bewegung vor. Jeder chemische Vorgang, jede physikalische Erscheinung ist mit Lage-Veränderung der Theilchen verbunden, welche die Materie zusammensetzen. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft (Robert Mayer, 1842) hat uns gelehrt, daß die Summe der Kraft oder Energie, welche im Universum überall und jeder Zeit thätig ist und alle Erscheinungen bewirkt, unveränderlich ist. Bei der Bildung oder Zersetzung jeder chemischen Verbindung bewegen sich die Stofftheilchen gegen einander, ebenso bei jedem mechanischen, thermischen, elektrischen Vorgang u. s. w. Die Veränderungen, die dabei stattfinden, beruhen in den organischen, wie in den anorgischen Körpern auf einem beständigen Kraftwechsel; eine Form der Kraft wird in die andere verwandelt, ohne daß jemals das kleinste Theilchen von der Gesammtsumme verloren geht. Neuerdings wird dieses fundamentale, allgemein anerkannte Gesetz von der „Erhaltung der Kraft" gewöhnlich als Gesetz von der Erhaltung der Energie (— oder kurz Energie-Princip —) bezeichnet, nachdem man die beiden Begriffe der Kraft und Energie in der modernen Physik schärfer getrennt hat; man definirt jetzt gewöhnlich die Energie als das Product von Kraft und Weg. Indessen ist zu bemerken, daß trotzdem der Begriff der „Energie" (— gleichbedeutend mit „Arbeit" in physikalischem Sinne —) auch heute noch in mehrfach verschiedenem Sinne gebraucht wird, gerade so, wie früher der Begriff der Kraft. So wird auch noch vielfach der Ausdruck Spannkraft für potentielle Energie verwendet, und der Ausdruck

Triebkraft oder „lebendige Kraft“ statt actueller Energie (Vergl. „Welträthsel“, S. 265). Andere definiren wieder Energie als „Arbeit, oder Alles, was aus Arbeit entsteht und sich in Arbeit umwandeln läßt“. Eine besondere Schule des Voluntarismus (Wundt) führt die Bewegungskraft der Energie auf den Willen zurück. Schon Crusius sagte (1744): „Der Wille ist die herrschende Kraft in der Welt“. So definirt Schopenhauer die Welt (= Substanz) als „Wille und Vorstellung“!

C. Empfindung (Psychoma). Indem ich Empfindung (— in weitestem Sinne! —) als ein drittes Attribut der Substanz hinstelle, und die „Empfindende Substanz“ (Aesthema) von der Energie als „bewegter Substanz“ trenne, beziehe ich mich auf die Erörterungen, die ich im 13. Kapitel über die Empfindung in der organischen und anorgischen Welt gegeben habe. Ich kann mir den einfachsten chemischen und physikalischen Proceß nicht vorstellen, ohne daß ich die Bewegungen der materiellen Substanztheile durch unbewußte Empfindung ausgelöst vorstelle. In diesem Sinne spricht täglich jeder Chemiker von einer „empfindlichen Reaction“, jeder Photograph von einer „empfindlichen Platte“. Die Vorstellung der Affinität oder chemischen Wahlverwandtschaft beruht darauf, daß die einzelnen chemischen Elemente die qualitativen Unterschiede der anderen Elemente wahrnehmen, bei ihrer Berührung „Lust oder Unlust“ empfinden und darauf hin bestimmte Bewegungen ausführen. Die Empfindlichkeit des Plasma gegen Reize aller Art, die man bei den höheren Thieren als „Seele“ bezeichnet, ist nur ein höherer Grad der allgemeinen Reizbarkeit aller Substanz. In ähnlichem Sinne schrieben schon Empedokles und die Vertreter des Panpsychismus allen Dingen „Empfindung und Streben“ zu. Neuerdings sagt Naegeli (1877): „Wenn die Molecüle etwas besitzen, was der Empfindung, wenn auch noch so fern, verwandt ist, so muß es Wohlbehagen sein, wenn sie der Anziehung oder Abstoßung, ihrer Zuneigung oder Abneigung folgen können; Mißbehagen, wenn sie zu einer gegentheiligen Be-

wegung gezwungen werden. So pflanzt sich das nämliche geistige Band durch alle materiellen Erscheinungen fort. Der menschliche Geist ist nichts Anderes, als die höchste Entwickelung der geistigen Vorgänge, welche die Natur überall beleben und bewegen." Diese Anschauungen des geistreichen und kritischen Botanikers decken sich vollkommen mit den monistischen Principien meines Hylozoismus, die ich schon 1866 in der „Generellen Morphologie" entwickelt habe.

Erhaltung der Empfindung. Wenn die „Empfindung" im weitesten Sinne — oder das Psychoma — als ein drittes Attribut der Substanz neben die Materie (das Extensum) und die Energie (das Bewegliche) gestellt wird, dann müssen wir auch das universale Gesetz der Constanz oder „Erhaltung der Substanz" auf alle drei Attribute gleichmäßig anwenden. Wir gelangen dadurch zu der Ueberzeugung, daß auch die Quantität der Empfindung oder „Beseelung" im Universum eine ewige und unveränderliche Größe darstellt, und daß jeder Wechsel der Empfindung nur auf der Verwandlung einer Psychomform in andere Formen beruht. Betrachten wir zunächst, von unseren eigenen, unmittelbaren Empfindungen und unserer Gedankenwelt ausgehend, das gesammte Geistesleben der Menschheit, so erblicken wir in dessen continuirlicher Entwickelung überall die Constanz des Psychoms, die in den Empfindungen aller einzelnen Individuen ihre Wurzel hat. Diese höchste Entfaltung der Plasma-Arbeit im menschlichen Gehirn hat sich aber erst aus den Empfindungs-Gruppen niederer Thiere historisch entwickelt, und diese ist wieder durch eine lange Reihe von Entwickelungsstufen mit den einfacheren Empfindungs-Formen der anorganischen Elemente verknüpft, die sich in der chemischen Affinität kundgeben. Schon Albrecht Rau hat in seinem vortrefflichen Werke über „Empfinden und Denken" (1896, S. 372) nachdrücklich betont, daß die „Wahrnehmung oder Empfindung ein ganz allgemeiner Vorgang in der Natur ist. Damit ist aber zugleich die Möglichkeit gegeben, das Denken selbst auf diesen allgemeinen Vorgang zurückzuführen". Neuerdings hat be-

sonders **Ernst Mach** in seiner „Analyse der Empfindungen und das Verhältniß des Physischen zum Psychischen" hervorgehoben, daß „die Empfindungen gemeinsame Elemente aller möglichen physischen und psychischen Erlebnisse sind, die lediglich in der verschiedenen Art der Verbindung dieser Elemente, in deren Abhängigkeit von einander bestehen". Wenn **Mach** auch weiterhin in einseitiger Betonung der subjectiven Empfindungs-Elemente zu einem ähnlichen Psychomonismus gelangt, wie **Verworn**, **Avenarius** und andere neuere Dynamiker, so ist doch der Grundcharakter ihrer Weltanschauung ebenso rein monistisch, wie die Energetik von **Ostwald**.

Psyche und Physis. Indem wir die Empfindung (Psychoma) als allgemeines Fundamental-Attribut der Substanz neben die Kraft (Energie) und die Raumerfüllung oder den Stoff (Materie) stellen, gelangen wir zu einer reinen Trinität des Monismus, zum befriedigenden Ausgleich der Gegensätze, die vom Dualismus zwischen Psychischem und Physischem, zwischen materieller Körperwelt und immaterieller Geisterwelt, hartnäckig festgehalten werden. Von den drei Hauptrichtungen des Monismus betont der Materialismus einseitig das Attribut der Materie und will alle Erscheinungen im Universum auf Mechanik der Atome, auf Bewegungen der kleinsten Körpertheile zurückführen. Ebenso einseitig betont der Spiritualismus das Attribut der Energie; entweder will er alle Erscheinungen aus bewegenden Kräften oder Energieformen erklären (Energetik), oder sie auf psychische Functionen, auf Empfindung oder Seelenthätigkeit zurückführen (Panpsychismus). Unser **Hylonismus** oder Hylozoismus) vermeidet die Fehler beider extremen Richtungen, indem er die Identität der Psyche und der Physis im Sinne von **Spinoza** und **Goethe** behauptet; er überwindet die Schwierigkeiten dieser älteren „Identitätslehre", indem er das Attribut des „Denkens" (oder der Energie) in zwei coordinirte Attribute zerlegt, in Empfindung (Psychoma) und Bewegung (Mechanik).

Neunzehnte Tabelle.

Die Trinität oder Dreieinigkeit im Lichte des Monismus und des Dualismus.

I. Monistische Trinität der Substanz.

Pantheistische Philosophie der realistischen Wissenschaft.

Welt und Gott sind untrennbar. („Gottes Geist wirkt und lebt in allen Dingen".) Der Kosmos ist Object und Subject zugleich.

Die Substanz (= Universum) als unendliches Weltwesen hat ganz allgemein drei untrennbare, dem Menschen erkennbare Grundeigenschaften (Attribute):

A. Materie = Stoff.

Ausgedehnte und raumerfüllende Substanz.
(Einseitig betont vom Materialismus: Holbach, Büchner.)

B. Energie (= Kraft.)

Bewegliche oder bewegte Substanz. Potentielle und actuelle Energie, Spannkraft und Triebkraft.
(Einseitig betont von der Energetik: Leibniz, Ostwald.)

C. Psychom (= Empfindung).

Empfindliche und reizbare Substanz. („Seelen-Substanz" im Sinne des Panpsychismus: Naegeli, Rau.)
(Einseitig betont vom Sensualismus: Feuerbach, Condillac, und vom Psychomonismus: Ernst Mach, Max Verworn.)

II. Dualistische Trinität der Gottheit.

Theistische Philosophie des idealistischen Glaubens.

Welt und Gott sind getrennt als Object und Subject. („Gottes Geist erschafft und erhält die Welt als Kunstwerk.")

Gott als unendliches Weltwesen offenbart sich dem Menschen (einem irdischen, in später Tertiärzeit aus Primaten entwickelten Säugethier!) in drei verschiedenen Personen.

A. Gott-Schöpfer.

Erster Vater von Christus nach dem christlichen Dogma und dem Zeugniß der Evangelien.
(Brahma der indischen Trimurti, Schöpfer der Welt.)

B. Gottes Geist.

„Heiliger Geist" des christlichen Dogma; zweiter Vater von Christus nach dem Zeugniß der Evangelien.
(Wischnu der indischen Trimurti, Erhalter der Welt.)

C. Gottes Sohn.

„Jesus von Nazareth", Sohn der beiden ersten Götter und der „Jungfrau" Maria, nach dem christlichen Dogma.
(Schiwa der indischen Trimurti, Zerstörer der Welt.)

Zwanzigste Tabelle.

Die Antinomien von Immanuel Kant.

I. Kant I. der Physiker (Monist).

(„Kant, der Alles-Zermalmer.")

1. Es giebt nur eine Welt, in der Alles nach festen Gesetzen, gleich denen der Gravitation, geschieht; ihr „letzter Grund" bleibt überall unerkennbar.

2. Im Weltall herrscht allgemein das feste Naturgesetz, nirgends die Willkür der absoluten Freiheit.

3. „Nur in der Erfahrung ist Wahrheit!" — „Das Innerliche der Materie, oder das Ding an sich, ist eine bloße Grille" (!!), ein negativer, inhaltloser Grenzbegriff!

4. Eine immaterielle Geisterwelt ist unserer Erfahrung ganz unzugänglich, ein Luftgebilde der Phantasie.

5. Es giebt keine positiven, der reinen Vernunft zugänglichen Beweise für das Dasein Gottes; der inhaltleere Glauben an ihn (ohne mögliche Vorstellung!) ist bloße Dichtung.

6. Es giebt keine positiven, der reinen Vernunft zugänglichen Beweise für die Unsterblichkeit der Seele.

7. Es giebt keine positiven, der reinen Vernunft zugänglichen Beweise für die Freiheit des Willens: der kategorische Imperativ ist ein Dogma.

8. Ich mußte den Glauben (das Dogma) aufgeben, um zum Wissen (der kritischen Vernunft) Platz zu bekommen.

Kant I. der Atheist,
mit reiner Vernunft.

II. Kant II. der Metaphysiker (Dualist).

(Kant, der Alles-Verschleierer.)

1. Es giebt zwei Welten, eine erkennbare Natur (Mundus sensibilis) und eine nicht erkennbare Geisteswelt (Mundus intellegibilis — Lucus a non lucendo!!).

2. In der Natur herrscht absolute Nothwendigkeit, in der Geisteswelt absolute Freiheit.

3. Die Natur ist durch Erfahrung nur als Erscheinung erkennbar. Das Ding an sich, das ihr eigentliches innerstes Wesen bildet, ist uns verborgen und unerkennbar.

4. Von der Existenz der immateriellen Geisterwelt überzeugt uns der Glaube („das moralische Bewußtsein in uns"!)

5. Von Gott können wir uns weder positive noch negative Vorstellungen machen: wir müssen aber an seine Existenz glauben (ohne bestimmte vernünftige Vorstellung!).

6. Die Seele muß unsterblich sein, weil unser Bewußtsein (Ahnung!) uns davon überzeugt.

7. Das „moralische Gesetz in uns" (der kategorische Imperativ) überzeugt uns von der Freiheit des Willens.

8. Ich mußte das Wissen (die reine Vernunft) aufgeben, um zum Glauben (der praktischen Vernunft) Platz zu bekommen.

Kant II. der Theist,
mit reiner Unvernunft.

Zwanzigstes Kapitel.

Monismus.

Philosophie als Wissenschaft des Allgemeinen. Reine und angewandte Wissenschaften im Lichte des Dualismus und des Monismus.

Einheit der Natur!

Du hörst die Worle aus des Priesters Mund!
Ein Traumgebilde ist es, wirr und bunt!
In Trümmer sinken jene schönen Sagen,
Und hell und strahlend wird die Wahrheit
tagen!

Siehst du die Sonne dort am Himmel steh'n?
Die Sterne ewig kreisend um sie geh'n?
Sie, die da strahtt im Raume seit Aeonen,
Kann Finsterniß in ihrem Reiche wohnen?

Du kannst dich flüchten vor der Sonne Licht,
Doch es verlöschen? Nein! Das kannst du
nicht!
Wie ihre Strahlen hell die Nacht durchdringen,
So muß der Wahrheit hoher Sieg gelingen!

O glaube nicht der Dichtung schönem Wort!
Das wahre Glück, du find'st es nimmer dort!
Du find'st es nur in jenen stolzen Reihen,
Wo Edte sich der hehren Wahrheit weihen!

Es ist nur Eins, woraus die Welt sich baut,
Und Eins ist Alles, was Dein Aug' erschaut!
Wenn wir im todten Stoff auch Geist erkennen,
Sind Stoff und Geist auf ewig Eins zu
nennen!

(Zürich, 1904.)

Julius Homperz.

Inhalt des zwanzigsten Kapitels.

Berechtigung des Monismus. Reine und angewandte Wissenschaft (theoretische und praktische Vernunft). Reine (theoretische) Wissenschaften: Physik, Chemie, Mathematik, Astronomie, Geologie. — Biologie, Anthropologie, Psychologie, Linguistik, Geschichte. — Angewandte (praktische) Wissenschaften: Medicin, Psychiatrie, Hygiene, Technologie, Pädagogik, Ethik, Sociologie, Politik, Jurisprudenz, Theologie. Antinomie der Wissenschaften. Rationelle und dogmatische Disciplinen. Correlation der Wissenschaften. Die Facultäten. Reform des Unterrichts. Die Ideal-Welt. Harmonie des Monismus.

Literatur.

Ernst Haeckel, 1866. Dualismus und Monismus. Kritische und methodologische Einleitung in die Generelle Morphologie der Organismen. Berlin.

Derselbe, 1902. Der Monismus als Band zwischen Religion und Wissenschaft. 10. Aufl., 1900. Bonn.

Benedictus Spinoza, 1670. Tractatus theologo-politicus. 1677, Ethica, Opera posthuma. Amsterdam.

David Friedrich Strauß, 1872. Der alte und der neue Glaube. 14 Aufl. Bonn.

Giordano Bruno, 1584. Della causa, principio ed uno. — Dell' infinito universo e mondi. Venezia. Deutsch von Lasson. Berlin.

Wolfgang Goethe, 1780—1830. Faust. Prometheus. Stuttgart.

S. Kalischer, 1878. Goethes Verhältniß zur Naturwissenschaft und seine Bedeutung in derselben. Berlin.

Herbert Spencer, 1862. First principles. London. System der synthetischen Philosophie. Deutsch von Vetter. Stuttgart.

Paul Holbach, 1770. System der Natur. Paris. Deutsch 1783. Leipzig.

Ludwig Büchner, 1855. Kraft und Stoff. 18. Aufl. 1894. Frankfurt.

Gottfried Leibniz, 1714. Monadologie (Dynamismus). 1710. Theodicee. Leipzig.

Wilhelm Ostwald, 1902. Vorlesungen über Naturphilosophie (Energetik). Leipzig.

Albert Lange, 1865. Geschichte des Materialismus. 7. Aufl., 1902. Leipzig.

Paul Carus, 1891—1904. The Monist, Quarterly Magazine of Philosophy. 14 Voll. The Open Court, Monthly Magazine. 18 Voll. Chicago.

Walther May, 1904. Goethe, Humboldt, Darwin, Haeckel. Berlin.

Max Verworn, 1904. Naturwissenschaft und Weltanschauung. Eine Rede. Leipzig.

Ernst Haeckel, 1899. Die Welträthsel. (8. Aufl., 1902.) Volksausgabe, 1903. (140. Tausend 1904).

Am Ende unseres langen Weges durch das weite Gebiet der „Lebenswunder“ angelangt, wollen wir auf die zurückgelegte Strecke einen allgemeinen Rückblick werfen und die Frage beantworten, wie weit uns deren Erkenntniß durch unsere monistische Philosophie gelungen ist? Wir werden dabei nochmals unsere Berechtigung zur einheitlichen Weltanschauung prüfen und zugleich die Beziehung der Biologie zu den übrigen Wissenschaften klar legen müssen. Ich sehe mich zu dieser allgemeinen Schlußbetrachtung um so mehr verpflichtet, als dieses Buch über die „Lebenswunder“ nicht nur einen nothgedrungenen Ergänzungsband zu dem 1899 erschienenen Buche über die „Welträthsel“ bildet, sondern zugleich meine letzte philosophische Arbeit darstellt. Am Schlusse des siebenzigsten Lebensjahres möchte ich noch einige der wichtigsten Lücken des letzteren Buches ausfüllen, einige von den heftigsten, dagegen gerichteten Angriffen widerlegen, und damit das einheitliche Weltbild, mit dessen Ausbau ich mich seit einem halben Jahrhundert beschäftigt habe, nach Möglichkeit abschließen.

Berechtigung des Monismus. Indem ich meine Leser einlade, mit mir das weite Gebiet der monistischen Philosophie nochmals zu betreten, muß ich als ihr bescheidener Führer an der engen Eingangspforte zu derselben die wissenschaftliche Berechtigung dazu nachweisen, gewissermaßen die Eintrittskarte zur Wahrheitsforschung vorzeigen. Denn die Schul-Philosophie, die noch gegenwärtig die deutschen Universitäten beherrscht, bewacht jene Eingangspforte mit eifersüchtigen Augen und sucht namentlich der modernen Biologie

den Eintritt zu verwehren. Unsere officielle deutsche Philosophie ist noch zum weitaus größten Theile in den Banden der traditionellen Metaphysik des Mittelalters und in dem Dualismus von Kant befangen, dessen offenbaren dogmatischen Charakter sie als Kriticismus preist. Im Laufe der vierzig Jahre, die ich als ordentlicher Professor der Zoologie in Jena gelehrt habe, hatte ich Gelegenheit, mehreren hundert Prüfungen von Doctoren, Oberlehrern u. s. w. beizuwohnen, in denen hervorragende und anerkannte Vertreter der Philosophie examinirten. Dabei überzeugte ich mich, daß fast immer das Hauptgewicht auf die gewandte „Begriffs-Akrobatik" und die introspective Selbstbetrachtung gelegt wird, ferner auf die genaue Kenntniß der mannigfaltigen Irrthümer, welche die überwiegend dualistischen Koryphäen der alten und neuen Weltweisheit in einer unermeßlichen gelehrten Literatur niedergelegt haben. Besonders aber wird als wichtigste Grundlage die Erkenntniß-Theorie von Kant betont, deren Fehler und Einseitigkeit ich im 1. und 19. Kapitel beleuchtet habe. In der Psychologie wird die ausgedehnteste Kenntniß der einzelnen Seelenthätigkeiten auf Grund der introspectiven Methode verlangt; dagegen wird die physiologische Analyse der „Seele" und die anatomische Untersuchung des Phronema, des Gehirn-Gebietes das diese Functionen leistet, sorgfältig gemieden, ebenso wie die vergleichende und genetische Seelenforschung. Viele von unseren Metaphysikern gehen aber noch weiter und betrachten die Philosophie als eine selbständige Fachwissenschaft; und zwar als eine sublime „Geisteswissenschaft", die von der gemeinen empirischen Naturwissenschaft ganz unabhängig sei. Diesem Gebahren gegenüber dürfte man fast an den Ausspruch von Schopenhauer erinnern: „Es ist ein sicheres Kennzeichen eines Philosophen, kein Professor der Philosophie zu sein." Nach meiner Ansicht ist jeder gebildete denkende Mensch, der nach einer bestimmten Weltanschauung strebt, ein „Philosoph". Als die „Königin unter den Wissenschaften" hat die Philosophie die hohe Aufgabe, die allgemeinen Ergebnisse aller wissenschaftlichen Forschungen in

sich zu verknüpfen und gleich einem Hohlspiegel ihre Strahlen in einem Brennpunkte zu sammeln. Die verschiedenen Richtungen des Denkens aber, die dabei in so mannigfaltigen Formen zu Tage treten, können alle Anspruch auf wissenschaftliche Beachtung und Discussion erheben, die Minorität der monistischen ebenso wie die Majorität der dualistischen. Indem wir nun untersuchen, wie weit es dem Monismus gelungen ist, in den einzelnen Hauptgebieten der Wissenschaft festen Fuß zu fassen, unterscheiden wir zunächst die reinen (theoretischen) von den angewandten (praktischen) Wissenschaften.

Reine und angewandte Wissenschaft. Als „Weltanschauung" soll die reine Philosophie eigentlich als nächstes Ziel allein die Erkenntniß der Wahrheit mittelst der reinen Vernunft anstreben, wie wir deren Aufgabe im ersten Kapitel erläutert haben. Allein diese reine theoretische Philosophie tritt bei den meisten einzelnen Wissenschaften in unmittelbare, oft höchst wichtige Beziehungen zu unserem praktischen Leben und erlangt als angewandte „Weltweisheit" eine maßgebende Bedeutung für die menschliche Cultur. Dabei treten sehr häufig die realen Anforderungen des praktischen Lebens in Widerspruch zu den idealen Erkenntnissen der wissenschaftlich begründeten Theorie. Hier gebührt nun nach unserer Ueberzeugung der reinen Wahrheitsforschung der Vorrang vor der angewandten Lebensweisheit. Wir treten damit in principiellen Widerspruch zu Kant, der ausdrücklich den Primat der praktischen Vernunft behauptete und ihr das Uebergewicht über die reine theoretische Vernunft zusprach. Dieser Irrthum von Kant war deshalb höchst verhängnißvoll, weil die herrschende Autorität von Staat und Kirche ihn mit Begierde ergriff, um mit seiner Hülfe überall den Glaubenssätzen der dogmatischen praktischen Vernunft kategorische Geltung zu verschaffen, gegenüber den Erkenntnissen der kritischen reinen Vernunft.

1. Monistische Physik. Vom Standpunkt unseres naturalistischen Monismus betrachtet, können wir die Physik im weitesten Sinne als Fundamental-Wissenschaft allen anderen voranstellen.

Denn der Begriff Physis, gleichbedeutend mit Natura, umfaßt im ursprünglichen reinen Sinne die gesammte erkennbare Welt, den „Mundus sensibilis" von Kant. Seine übersinnliche Welt, der „Mundus intelligibilis", ist nach seiner eigenen Definition nur Gegenstand des Glaubens, nicht des Wissens. Es ist sehr merkwürdig zu sehen, daß ein so bedeutender Denker wie Kant schon in dieser grundlegenden Scheidung zweier Welten mit sich selbst in Widerspruch gerieth. Wie kann die übersinnliche Welt des „Jenseits", in der die drei Central-Mysterien — Gott, Freiheit und Unsterblichkeit — wohnen, als intelligibilis, d. h. erkennbar! bezeichnet werden, wenn nachher durch die reine Vernunft bewiesen wird, daß der Mensch nicht im stande ist, sie zu erkennen, sich weder eine positive noch negative Vorstellung davon zu machen? Lucus a non lucendo! Indem wir also diese übernatürliche metaphysische Welt dem Glauben und der Dichtung überlassen, beschränken wir unsere Weltanschauung auf die wirkliche physische Welt, die Natur. Der Begriff der Physik als allumfassender Naturphilosophie, wie ihn zuerst in Griechenland das klassische Alterthum faßte, ist späterhin mehr und mehr eingeschränkt worden. Gegenwärtig versteht man darunter vorzugsweise die Lehre von den Erscheinungen der anorganischen Natur, ihre empirische Ergründung durch Beobachtung und Experiment (— Experimental-Physik —) und ihre Zurückführung auf allgemeine feste Naturgesetze, mit mathematischer Begründung (— theoretische oder mathematische Physik —). Als zwei Hauptgebiete der Physik werden neuerdings die Massen-Physik und die Aether-Physik unterschieden: die Massen-Physik behandelt die Mechanik, die Bewegungen und das Gleichgewicht der Masse (der ponderablen Materie), der festen, flüssigen und gasförmigen Körper (Statik und Dynamik, Gravitation, Akustik, Meteorologie); die Aether-Physik hingegen beschäftigt sich mit den Erscheinungen des Aethers (der inponderablen Materie) und seinen Beziehungen zur Masse (Elektrik, Galvanismus, Magnetismus, Optik und Calorik). („Welträthsel",

Kap. 12, S. 93.) In diesen sämmtlichen Gebieten der anorganischen Physik ist der Monismus heute einstimmig anerkannt, jeder dualistische Erklärungs-Versuch ausgeschlossen.

2. Monistische Chemie, Physik der Atome. Das ungeheure Gebiet der Chemie, das heute eine so unermeßliche Bedeutung für die monistische Naturerkenntniß und das praktische Leben erlangt hat, ist eigentlich nur ein Theil der Physik. Während sich aber die neuere Physik auf das Studium der anorganischen Energie-Formen und ihrer Umwandlungen — mit Ausschluß der stofflichen Verschiedenheiten der Körper — beschränkt, verfolgt die Chemie als „Stofflehre" gerade das Studium dieser qualitativen Unterschiede der wägbaren Massen-Arten. Als „Scheidekunst" zerlegt sie alle ponderablen Körper in 70—80 Elemente, deren interessante Beziehungen zu einander neuerdings in dem „periodischen System" der Elemente festgelegt sind und ihre Abstammung von einem Urelement (Prothyl) sehr wahrscheinlich gemacht haben. Die festen Verhältnisse in den chemischen Verbindungen, welche durch die Analyse und Synthese der Elemente nachgewiesen wurden, insbesondere das 1808 entdeckte „Gesetz der einfachen und multiplen Proportionen", führten zu der empirischen Feststellung des Atomgewichtes der einzelnen Elemente und damit zu der neueren chemischen Atom-Theorie („Welträthsel", Kap. 12, S. 258). Die Annahme solcher Atome (als raumerfüllender, discreter „Massentheilchen" — gleichviel wie man sich ihre sonstige Beschaffenheit vorstellt —) ist eine unentbehrliche Fundamental-Hypothese für die Chemie, ebenso wie die Annahme von Molecülen für die Physik. Der moderne Dynamismus (— die Energetik, S. 97, 380) befindet sich im Irrthum, wenn er glaubt, diese Hypothesen entbehren und die materiellen Atome durch die Vorstellung von immateriellen und raumlosen Kraftpunkten anschaulich ersetzen zu können. Uebrigens ist sowohl von dieser dynamischen, als von der materialistischen Schule in sämmtlichen Gebietstheilen der Chemie der Monismus jetzt allgemein anerkannt.

3. Monistische Mathematik. Abstracte Physik. Als letztes Ziel aller Forschung betrachtet die moderne Naturwissenschaft die exacte Bestimmung aller Erscheinungen durch Maß und Zahl, die Zurückführung aller allgemeinen Erkenntniß auf mathematisch formulirte Gesetze. Da der große Laplace sein ganzes Weltsystem mathematisch begründet hatte, wurde neuerdings sogar die Forderung gestellt, daß ein allumfassender (idealer) „Laplace'scher Geist" die ganze Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Universums in eine einzige mathematische Riesenformel fassen könne. Kant hat diese übertriebene Werthschätzung der Mathese in dem Satze ausgedrückt: „Jede Wissenschaft ist nur insofern wahre Wissenschaft, als sie der Mathematik zugänglich ist"; und er hat diesem Irrthum den zweiten zugefügt, daß die mathematischen Grundsätze (als nothwendig und allgemein gültig) der menschlichen „reinen Vernunft" a priori angehören und unabhängig von aller Erfahrung (a posteriori) bestehen. Dagegen haben John Stuart Mill u. A. nachgewiesen, daß auch die Grundbegriffe der Mathematik, ebenso wie aller übrigen Wissenschaften, ursprünglich durch Abstraction aus Erfahrungen gewonnen wurden; und unsere moderne „Phylogenie der Vernunft" hat diese empiristische Auffassung bestätigt. Auch ist daran zu erinnern, daß die Mathematik lediglich die Größen-Verhältnisse in Raum und Zeit (quantitativ) beurtheilt, sich aber mit den qualitativen Eigenschaften der Körper überhaupt nicht beschäftigt. Uebrigens hat Kant selbst gezeigt, daß die Mathematik nur für die absolute formale Richtigkeit der Folgen haftet, die sie aus den gegebenen Voraussetzungen ableitet, auf diese selbst aber keinen Einfluß besitzt. Wenn wir also die abstracte Vernunft-Thätigkeit des Phronema bei mathematischen Gedanken-Operationen physiologisch und phylogenetisch beurtheilen, kommen wir zu der Ueberzeugung, daß auch diese „exacte Fundamental-Wissenschaft" nur dem reinen Monismus zugänglich ist und jeden Dualismus ausschließt. Das hohe Ansehen, welches die Mathematik als exacte Wissenschaft in sämmtlichen Zweigen des Wissens ge-

nießt, gründet sich vorzugsweise auf ihre formale Sicherheit und die Möglichkeit, räumliche und zeitliche Größen-Verhältnisse in Zahlen und Maßen unfehlbar ausdrücken zu können.

4. Monistische Astronomie (Physik des Weltgebäudes). Die Himmelskunde gehört zu jenen ältesten Wissenschaften, die schon vor mehreren Jahrtausenden eine bestimmte Form annahmen und durch mathematische Erkenntniß festen Boden erlangten. Beobachtungen über Planeten-Bewegungen und Sonnenfinsternisse wurden von Chinesen, Chaldäern und Aegyptern schon mehrere tausend Jahre vor Christus angestellt. Christus selbst (— der „Sohn Gottes", dessen Auge auf das Jenseits gerichtet war —) hatte von diesen wichtigen kosmologischen Entdeckungen ebenso wenig eine Ahnung, wie von den bedeutungsvollen Weltsystemen, die die großen griechischen Naturphilosophen schon 300—600 Jahre vor seiner Geburt aufgestellt hatten. Nachdem Kopernikus 1543 das geocentrische Weltsystem zerstört und Newton 1686 durch seine Gravitations-Theorie dem neuen heliocentrischen Weltsystem die feste mathematische Basis gegeben hatte, fand in der „Allgemeinen Naturgeschichte des Himmels" von Kant und in der „Mécanique céleste" von Laplace die Kosmogenie ihre sichere monistische Begründung; seitdem ist im ganzen Gebiete der Astronomie von einer bewußten Schöpferthätigkeit Gottes nicht mehr die Rede. Indem hat neuerdings die Astrophysik uns über die physikalischen Verhältnisse und die Astrochemie mittelst der Spectral-Analyse auch über die chemische Natur der übrigen Weltkörper aufgeklärt; dadurch ist der Monismus des Universums festgestellt.

5. Monistische Geologie. Die „Erdgeschichte" im weitesten Sinne, wie sie heute als Geologie an den Universitäten gelehrt wird, entwickelte sich erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts zu einer selbständigen Wissenschaft und verdrängte erst seit 1830, seit Feststellung der Continuität der Erdentwickelung und des „Princips der Actualität", die früher herrschende „Schöpfungsgeschichte" der Erde. Der älteste Theil dieser Wissenschaft ist die Mineralogie;

die hohe praktische Bedeutung der Gesteine und besonders der Metalle erregte schon vor Jahrtausenden das Interesse der Menschen. In der Steinzeit, Broncezeit, Eisenzeit u. s. w. lieferten Steine und Metalle das erste Material für menschliche Waffen und andere Werkzeuge. Später förderte die praktische Bedeutung des Bergbaues die genauere Kenntniß dieser Mineralien. Aber erst am Ende des Mittelalters wendete sich die Aufmerksamkeit auch den Fossilien zu, den versteinerten Ueberresten ausgestorbener Thier- und Pflanzen-Arten; erst im 18. Jahrhundert begann man, die hohe Bedeutung dieser Petrefacten — als „Denkmünzen der Schöpfung" — zu verstehen, und erst im Beginne des 19. entstand die Palaeontologie als selbständige Wissenschaft, die ebenso für die Geologie wie für die Biologie die größte Wichtigkeit besitzt. Gleich diesen Disciplinen haben auch andere Zweige der Geologie, namentlich die Krystallographie, im letzten halben Jahrhundert die größten Fortschritte durch die moderne Physik und Chemie erfahren. Alle diese Theile der Geologie, insbesondere auch die Geogenie als natürliche Entwickelungsgeschichte der Erde, sind jetzt als rein monistische Wissenschaften anerkannt.

6. Monistische Biologie. In den fünf bisher aufgeführten Gebieten der Wissenschaft ist (— soweit sie die anorganische Natur betreffen —) der reine Monismus schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zur allgemeinen Anerkennung und ausschließlichen Geltung gelangt. Von der vielgerühmten „Weisheit und Allmacht des Schöpfers" ist hier nicht mehr die Rede. Das gilt ebenso von der Geologie und Astronomie, wie von der Mathematik, Chemie und Physik. Anders gestaltet sich das Verhältniß bei den nun folgenden Wissenschaften, in denen die organische Natur ihr formenreiches Spiel entfaltet; hier ist es bisher noch nicht gelungen, alle Erscheinungen physikalisch zu erklären und mathematisch zu formuliren. Daher tritt der Vitalismus mit seinen dualistischen Ansprüchen auf und spaltet die Wissenschaft in zwei verschiedene Gebiete, die Naturwissenschaft (Physik im weitesten Sinne)

und die Geisteswissenschaft (Metaphysik); nur in der ersteren sollen die festen und ewigen „Naturgesetze" gelten, während in der letzteren angeblich die „Freiheit" des Geistes und des „Uebernatürlichen" herrscht. Zunächst gilt das von der Biologie im weitesten Sinne (mit Einschluß der Anthropologie und aller dazu gehörigen, den Menschen betreffenden Wissenschaften). Wir haben in den vorliegenden Studien über biologische Philosophie versucht, den Vitalismus in jeder Form zu widerlegen und die ausschließliche Geltung des Monismus und Mechanismus auch auf allen Gebieten der Lebenswissenschaft darzuthun.

7. Monistische Anthropologie. Der Begriff der Anthropologie wird noch heute, wie seit zwei Jahrtausenden, nach Inhalt und Umfang äußerst verschiedenartig begrenzt. Im weitesten Sinne umfaßt derselbe das unermeßliche Gebiet der ganzen Menschenkunde, ebenso wie der Begriff der Zoologie (nach meiner persönlichen Auffassung!) alle Theile der Thierkunde in sich einschließt. Da ich nun (seit 1866, l. c.) die ganze „Anthropologie als Theil der Zoologie" betrachte, gilt selbstverständlich der Anspruch des reinen Monismus ebenso wohl für die erstere, wie für die letztere. Indessen ist diese generelle monistische Auffassung der Menschenkunde bisher nur in sehr engen Kreisen zur Geltung gelangt. Gewöhnlich wird der Begriff der Anthropologie auf die eigentliche „Naturgeschichte des Menschen" beschränkt und dabei die Anatomie und Physiologie des menschlichen Organismus in's Auge gefaßt, daneben auch seine Keimesgeschichte (Embryologie), seine Vorgeschichte (Prähistorie) und ein kleiner Theil seiner Psychologie. Dagegen werden von der „officiellen Anthropologie", wie sie die meisten modernen „Gesellschaften für Anthropologie" (— namentlich die deutschen —) vertreten, gewöhnlich ausgeschlossen: die Stammesgeschichte (Phylogenie) und der größte Theil der Psychologie, sowie alle „Geisteswissenschaften", die als metaphysische im engeren Sinne betrachtet werden. Ich habe in meiner Anthropogenie schon vor dreißig Jahren zu zeigen versucht,

daß der Mensch (— als placentales Säugethier der Primaten-Ordnung —) ebenso ein einheitlicher Organismus (mit Leib und Seele) ist wie alle anderen Wirbelthiere, und daß demnach auch alle Seiten seines Wesens monistisch zu beurtheilen sind.

8. Monistische Psychologie. Ueber die Stellung der Seelenlehre im System der Wissenschaften gehen bekanntlich die Ansichten ihrer berufenen Vertreter, ebenso wie der Laien, noch heute diametral auseinander. Die große Mehrzahl der sogenannten „Psychologen von Fach", ebenso wie der „Gebildeten", halten noch heute an dem veralteten, durch die Dogmen der Religion gestützten Glauben fest, daß die Seele des Menschen unsterblich und daß diese Psyche ein selbständiges immaterielles Wesen sei. Diese dualistische Ansicht wird in der Philosophie vor Allen durch die Autorität von Platon, Descartes und Kant gestützt, in der Religion durch die Autorität von Christus, Paulus und Mohammed, in der Schule und im Staate durch die herrschende Autorität der meisten Staatsregierungen, in der Physiologie durch die meisten älteren und selbst noch manche neueren Physiologen. Demgemäß wird die Psychologie als eine besondere Geisteswissenschaft angesehen und ihr Zusammenhang mit der Naturwissenschaft nur als äußerlich und bedingt geschätzt. Diesem Dualismus gegenüber haben die Fortschritte der vergleichenden und genetischen Psychologie, der Gehirn-Anatomie und Physiologie, in den letzten vierzig Jahren die monistische Ueberzeugung befestigt, daß die Psychologie ein Special-Zweig der Gehirn-Physiologie ist und daß demnach alle einzelnen Gebiete der Seelenforschung und ihre Anwendung diesem Theile der Biologie angehören. Die menschliche Seele ist die physiologische Function des Phronema. Da ich diese moderne monistische Auffassung der Psychologie bereits im 6.—11. Kapitel der „Welträthsel" erläutert, und in der „Anthropogenie" mit allen Argumenten der Anatomie und Physiologie, Ontogenie und Phylogenie begründet habe, gehe ich hier nicht weiter darauf ein.

9. Monistische Linguistik. Die Sprachwissenschaft theilt das Schicksal ihrer Schwester, der Psychologie, von der einen Gruppe ihrer berufenen Vertreter ebenso bestimmt in monistischem Sinne als Zweig der Naturwissenschaft, wie von der der anderen Gruppe in dualistischer Auffassung als Zweig der Geisteswissenschaft beurtheilt zu werden. Nach der älteren, dualistischen und metaphysischen Ansicht wurde die Sprache als ein ausschließliches Eigenthum des Menschen aufgefaßt, bald als ein Geschenk der gütigen Gottheit, bald als eine „Erfindung" des socialen Menschen selbst. Dem gegenüber befestigt sich im Laufe des 19. Jahrhunderts allmählich die monistische und physiologische Ueberzeugung, daß die Sprache eine Function des Organismus ist und gleich allen anderen Functionen sich im Laufe der Zeit historisch entwickelt hat. Die vergleichende Physiologie der höheren Thiere ergab, daß in sehr verschiedenen Klassen die Gedanken, Gefühle und Wünsche der social verbundenen Thiere bald durch Zeichen oder Berührungen mitgetheilt werden, bald durch Geräusche oder Töne (Zirpen der Grillen und Cicaden, Geschrei der Frösche, Pfeifen vieler Reptilien, Gesang der Vögel und der Singaffen, Brüllen der Raubthiere und Hufthiere u. s. w.). Die Ontogenie der Sprache ergab, daß die stufenweise Entwickelung der Sprache beim Kinde (entsprechend dem Biogenetischen Grundgesetze) eine Recapitulation jenes phylogenetischen Processes darstellt. Die vergleichende Sprachforschung lehrte, daß die Sprachen der verschiedenen Menschenrassen polyphyletisch, unabhängig von einander sich entwickelt haben. Die Experimental-Physiologie und Gehirn-Pathologie zeigte, daß ein bestimmter kleiner Bezirk der Großhirnrinde (— die Broca'sche Hirnwandung —) das Sprachcentrum darstellt und daß dieses Central-Organ der Sprache in Verbindung mit anderen Theilen des Phronema, mit Kehlkopf und Zunge (als peripheren Sprachorganen) die articulirte Sprache hervorbringt.

10. Monistische Historie. Auch die Geschichtswissenschaft unterliegt, ebenso wie die Sprachwissenschaft und Seelen-

kunde, noch heute der verschiedensten philosophischen Beurtheilung. Sehr häufig wird noch jetzt als „Geschichte" schlechthin (im engsten anthropistischen Sinne!) die wissenschaftliche Untersuchung der Begebenheiten gelehrt, die sich im Laufe der Cultur-Entwickelung des Menschengeschlechts vollzogen haben: die Geschichte der Völker und Staaten (— komischer Weise als „Weltgeschichte" oder Universal-Geschichte bezeichnet! —), die Culturgeschichte, Sittengeschichte u. s. w. Dabei wird in echt anthropocentrischer Ueberhebung behauptet, daß in rein wissenschaftlichem Sinne der Begriff „Geschichte" nur von der „menschlich-sittlichen Welt" gebraucht werden dürfe! Die Geschichte solle im Gegensatz zur Natur stehen; jene das Gebiet der sittlich freien Erscheinungen (mit vorgesetztem höherem Ziele!), diese das Gebiet der Naturgesetze (ohne vorbedachtes Ziel!) umfassen. Als ob es keine „Naturgeschichte" gäbe, als ob Kosmogenie und Geologie, Ontogenie und Phylogenie keine historischen Wissenschaften wären! Obgleich diese dualistische und anthropistische Auffassung der Historie noch jetzt unsere Universitäten beherrscht, obgleich Staat und Kirche verbündet diese „geheiligte Tradition" schützen und fördern, kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß sie früher oder später durch eine rein monistische Geschichtsphilosophie verdrängt werden wird. Die moderne Anthropogenie zeigt uns den innigen Zusammenhang zwischen der Entwickelungsgeschichte des menschlichen Individuums und des ganzen Menschengeschlechts; sie verknüpft durch die prähistorische und phylogenetische Forschung die sogenannte „Weltgeschichte" mit der Stammesgeschichte der Wirbelthiere.

11. Monistische Medicin. Die Heilkunde stellen wir in der Reihe der praktischen oder angewandten Wissenschaften in erste Linie; sie lehrt in ihrer langen und interessanten Geschichte einleuchtend, wie nur die monistische Natur-Erkenntniß, nicht aber die dualistische angebliche Geistes-Offenbarung die gesunde Grundlage wahrer Wissenschaft und die fruchtbare Anwendung derselben auf die wichtigsten Verhältnisse des praktischen Menschenlebens

abgeben kann. Ursprünglich lag die Medicin in den Händen der Priester, und durch Jahrtausende blieb sie überwiegend unter dem Einfluß von mystischen und abergläubischen Vorstellungen, die mit den herrschenden Dogmen der Religion eng verknüpft waren. Allerdings hatten schon vor zweitausend Jahren die großen Aerzte des klassischen Alterthums ernstlich versucht, die gründliche anatomische und physiologische Kenntniß des menschlichen Organismus zur soliden Basis der Krankenbehandlung zu erheben (vergl. Kap. 2 und 3 der „Welträthsel"). Allein im christlichen Mittelalter gewannen mit dem allgemeinen Rückgang der selbständigen wissenschaftlichen Forschung die spiritistischen Gebilde des Wunderglaubens und Aberglaubens wieder die Oberhand; man erblickte in den Krankheiten (nach dem Vorgange von Christus selbst) „böse Geister", die man „austreiben" müsse. „Wundercuren", durch die solche Dämonen ausgetrieben wurden, finden bekanntlich noch bis heute gläubige Anhänger, sogar in den höheren Schichten der „gebildeten" Culturvölker. Wir erinnern nur an die erfolgreichen Anpreisungen von „Geheimmitteln", an die modernen „Besprechungen" und „Gesundbeter", an die magnetischen Curen und andere Charlatanerien einer angeblichen „Naturheilkunde". Erst das rasche Emporblühen der Naturwissenschaft im 19. Jahrhundert, insbesondere die erstaunlichen Fortschritte der Biologie um dessen Mitte, gestalteten die empirische Heilkunde allmählich zu der bewunderungswürdigen monistischen Wissenschaft, die heute so segensreich viele Leiden der Culturmenschheit bekämpft. Pathologie als kritische Krankheitslehre und Therapie als vernunftgemäße Heilkunst gründen sich seitdem auf die sicheren Methoden der Physik und Chemie, sowie auf die gründliche Kenntniß des menschlichen Organismus, die wir der fortgeschrittenen Anatomie und Physiologie verdanken. Die Krankheit gilt uns heute nicht mehr als ein besonderes „Wesen", das unsern Körper als böser Geist oder unheimlicher „Organismus" befällt, sondern als eine schädliche Störung der normalen Lebensthätigkeit. Die Pathologie ist nur ein Zweig der

Physiologie; sie untersucht die Veränderungen, die in den Geweben und Zellen unter besonderen, gefahrdrohenden Bedingungen eintreten. Wenn die Ursachen dieser Störungen Gifte oder fremde eingedrungene Organismen sind (z. B. Bakterien, Amoeben), so hat die Therapie die Aufgabe, diese zu entfernen und das normale Gleichgewicht der Functionen wiederherzustellen.

12. Monistische Psychiatrie, Seelenheilkunde. Die Wissenschaft von den Geisteskrankheiten bildet zwar eigentlich nur einen Special-Zweig der Medicin; sie verhält sich zu dieser ebenso, wie die Psychologie zur Physiologie. Allein sie verdient als pathologische Psychologie oder Psychopathologie eine besondere Erwähnung, nicht allein wegen ihrer außerordentlichen praktischen Bedeutung, sondern auch wegen ihres hohen theoretischen Interesses. Der irreführende Dualismus von Leib und Seele, der seit den ältesten Zeiten die Vorstellungen über das Geistesleben bis heute beherrscht, hat dazu geführt, die Geisteskrankheiten als ganz besondere Erscheinungen anzusehen; bald direct als böse Geister oder Dämonen, die in den Menschen von außen „eingefahren" sind, bald als räthselhafte dynamische Erscheinungen, die das selbständige „Seelenwesen", die mystische „Psyche" (unabhängig vom Körper!) afficiren. Diese dualistischen, noch heute weitverbreiteten und verhängnißvollen Irrthümer haben zu den verderblichsten Fehlern und grausamen Mißgriffen in der Behandlung der bemitleidenswerthen Geisteskranken geführt; sie haben für deren juristische und sociale Beurtheilung, wie für viele andere praktische Lebens-Verhältnisse die traurigsten Folgen gehabt. Diesen unvernünftigen Vorstellungen des Aberglaubens wird aller Boden entzogen durch die sichere Erkenntniß der modernen Psychiatrie, daß alle Geisteskrankheiten durch Gehirnstörungen verursacht sind, und zwar sind es Veränderungen in der Großhirnrinde, die sämmtlichen Psychosen (Seelenstörungen, Gemüthskrankheiten, Wahnvorstellungen u. s. w.) zu Grunde liegen. Da wir dieses „Central-Organ des Geistes" als Phronema bezeichnet haben, können wir auch kurz sagen:

Die Psychiatrie ist die Pathologie und Therapie des Phronema (vergl. S. 378). Bei vielen einzelnen Formen von Psychosen ist es bereits gelungen, selbst die feineren Veränderungen in den Seelen-Zellen oder Phronetal-Zellen (— den Neuronen des Phronema —) anatomisch und chemisch nachzuweisen. Diese Erkenntnisse der pathologischen Anatomie und Physiologie des Phronema besitzen deshalb ein hohes philosophisches Interesse, weil sie ein helles Licht auf unsere monistische Auffassung des Seelenlebens überhaupt werfen. Da der größere Theil der Psychosen erblich ist (zwischen 60 und 90 Procent) und da diese abnormen Zustände des Phronema von den Vorfahren des Kranken meist allmählich (durch fehlerhafte Anpassungen) erworben wurden, so liefern sie zugleich ausgezeichnete Beispiele für die progressive Heredität, die Vererbung erworbener Eigenschaften.

13. Monistische Hygiene. Gesundheitspflege. Schon vor mehreren Jahrtausenden, als die Barbar-Völker anfingen sich der Civilisation zuzuwenden und die höhere Cultur vorzubereiten, nahmen sie Bedacht auf Erhaltung ihrer Gesundheit und Körperstärke. Im klassischen Alterthum war die Körperpflege durch Waschungen, Bäder, gymnastische Uebungen u. s. w. hoch entwickelt und theilweise mit religiösen Ceremonien verknüpft. Die großartigen Wasserleitungen und öffentlichen Bäder von Hellas und Rom zeigen uns, welchen hohen Werth man auf innere und äußere Anwendung reinen Wassers legte. Das christliche Mittelalter führte auch auf diesem wichtigen Gebiete die nachtheiligsten Rückschritte herbei. Da das Christenthum dieses irdische Leben gering schätzte und nur als Vorbereitung zu einem höheren Leben im „Jenseits" betrachtete, lehrte es die Cultur ebenso wie die Natur niedrig achten; und da es den Leib des Menschen nur als einen vergänglichen Kerker seiner unsterblichen Seele ansah, legte es auf die Körperpflege keinerlei Werth (vergl. Kap. 19 der „Welträthsel", S. 142). Die verderblichen Seuchen, die im Mittelalter Millionen von Menschenleben dahin rafften (Pest, Schwarzer Tod u. s. w.),

wurden mit Gebeten, Processionen und anderen abergläubischen Ceremonien zu bekämpfen gesucht, statt mit vernünftigen hygienischen und gesundheitspolizeilichen Maßregeln. Nur langsam und allmählich hat der höhere Culturmensch begonnen, sich von diesem dualistischen Aberglauben zu befreien; und erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat die tiefere Einsicht in die physiologischen Functionen und Existenz-Bedingungen des Organismus dazu geführt, der Körperpflege wieder größere Sorgfalt zu widmen. Alles, was die moderne Hygiene jetzt zur Gesundheitspflege thut, besonders die Verbesserung der Wohnung und Ernährung der niederen Klassen, die Verhütung von Krankheiten durch gesunde Lebensweise, Bäder, Gymnastik u. s. w. — alle diese großen Fortschritte der modernen Cultur beruhen nur auf monistischen Erwägungen der reinen Vernunft und stehen in Widerspruch zu dem christlichen Glauben an die „allmächtige Vorsehung" und den daran geknüpften Dualismus. Der moderne Wahlspruch der Hygiene lautet: „Hilf dir selbst, so wird Gott dir helfen."

14. **Monistische Technologie**, Gewerbekunde. Der bewunderungswürdige Aufschwung der Technik im 19. Jahrhundert, der unserem „Maschinen-Zeitalter" den Stempel aufdrückt, ist die unmittelbare praktische Folge der ungeheuren theoretischen Fortschritte der Naturerkenntniß. Alle Vorzüge und Genüsse, die unser modernes Culturleben der hoch entwickelten Technik verdankt, sind bedingt durch Entdeckungen der Naturwissenschaften, vor Allem der Physik und Chemie. Wir erinnern nur an die unermeßliche Bedeutung der Dampfmaschinen und der Elektrotechnik, an die moderne Technik des Bergbaus, der Agricultur u. s. w. Wenn mit deren Hülfe die moderne Industrie und der internationale Weltverkehr, Handel und Gewerbe u. s. w. eine früher nicht geahnte Blüthe erlangt haben, so verdanken sie dies der praktischen Anwendung von empirischen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Sogenannte „Geisteswissenschaften" und metaphysische Speculationen spielen dabei gar keine Rolle. Es bedarf demnach keiner weiteren

Ausführung, daß alle technischen Wissenschaften einen reinen monistischen Charakter tragen, ebenso wie ihre exakten Urquellen, Physik und Chemie.

15. Monistische Pädagogik. Erziehungskunde. Die wissenschaftliche Ausbildung des Unterrichts der Jugend gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Culturmenschheit. Denn die Vorstellungen, welche dem kindlichen Geiste in frühester Jugend fest eingeprägt werden, haften am dauerndsten und bestimmen meistens für das ganze folgende Leben die Richtung des Denkens und die sittliche Handlungsweise. Daher besitzt denn gerade auf diesem Cultur-Gebiete der andauernde Kampf beider Hauptrichtungen der Philosophie die höchste praktische Bedeutung. Da die Priester vor Jahrtausenden, in den ersten Anfängen der Civilisation, die einzigen Pfleger und Leiter des erwachenden Geisteslebens waren, nahmen sie auch die Schule ebenso wie die Heilkunde für sich in Anspruch; die Religion galt als tiefste Grundlage der Bildung und ihre Glaubenslehren als moralische Richtschnur für das ganze Leben. Die vereinzelten Versuche, welche die monistische Philosophie des klassischen Alterthums zur Ablösung von jenem theistischen Aberglauben unternommen hatten, blieben isolirt und ohne Einwirkung auf den Jugend-Unterricht. Vielmehr blieben in diesem die dualistischen Principien von Platon und Aristoteles herrschend, deren metaphysische Lehren mit denen des Christenthums verschmolzen wurden. Im Mittelalter gewannen dieselben durch die Hierarchie des römischen Papismus die Weltherrschaft. Obgleich später durch die Reformation ein großer Theil derselben seine Autorität einbüßte, blieb doch der mächtige Einfluß der Kirche auf die Schule fast überall bis auf den heutigen Tag erhalten. Dabei findet die geistige Gewaltherrschaft der Kirche einen mächtigen Bundesgenossen in der conservativen Richtung der meisten Staatsregierungen; Thron und Altar wollen sich gegenseitig stützen; beide fürchten den Fortschritt wissenschaftlicher Aufklärung. Gegenüber diesem gewaltigen dualistischen Bund, der durch das träge

Geistesleben der Massen und die Bequemlichkeit des blinden Autoritäts-Glaubens mächtig gefördert wird, hat unsere monistische Aufklärung einen schweren Stand; sie wird erst dann im Unterricht festen Boden fassen, wenn die Schule von der Kirche getrennt und die Naturerkenntniß der reinen Vernunft zur Grundlage der Weltanschauung erhoben wird. Die Richtschnur, welche dabei die Schulreform gegenüber dem Einflusse der Kirche und des Staates inne zu halten hat, habe ich bereits am Schlusse des 19. Kapitels der „Welträthsel" angedeutet.

16. Monistische Ethik. Sittenlehre. Da wir im 18. Kapitel die Lebenssitten, deren Ursprung aus Gewohnheit und Anpassung bereits eingehend besprochen haben, genügt es hier, an den Widerspruch zu erinnern, der immer noch heute zwischen den monistischen Forderungen der reinen theoretischen Vernunft und den dualistischen Ansprüchen der praktischen angewandten Vernunft besteht. Er hat in der Antinomie von Kant's Vernunftlehre seinen klarsten Ausdruck und durch deren hohe Autorität die weiteste Verbreitung gefunden. Nun ist aber sein berühmtes Dogma vom kategorischen Imperativ durch die moderne vergleichende Ethnologie und Psychologie ebenso bestimmt widerlegt, wie seine Lehre von der Willensfreiheit durch die Physiologie und Phylogenie. Die metaphysische Begründung der Moral durch den „freien Willen" und das angeborene moralische Bewußtsein (a priori) muß mithin durch die physiologische Ethik ersetzt werden, die sich auf die monistische Psychologie stützt. Da letztere eine „sittliche Weltordnung" im Völkerleben ebenso wenig anerkennen kann, als eine „liebende Vorsehung" im individuellen Leben der Person, so muß die monistische Moral zukünftig ganz auf die Naturgesetze der Biologie, insbesondere der Entwickelungslehre zurückgehen.

17. Monistische Sociologie. Gesellschaftslehre. Die große Bedeutung, die neuerdings die junge Wissenschaft der Sociologie für sich in Anspruch nimmt, gründet sich auf ihre nahen Beziehungen zur theoretischen Anthropologie und Psychologie einer-

seits, zur praktischen Staatswissenschaft und Rechtswissenschaft anderseits. Im weiteren Sinne aufgefaßt schließt sich die menschliche Sociologie an diejenige der nächstverwandten Säugethiere an. Das Familienleben, die Ehe und Brutpflege der Mammalien, weiterhin die Bildung der Herden bei Raubthieren und Hufthieren, der Schaaren bei geselligen Affen führt hinüber zu den niederen Associonen der Naturvölker und Barbaren, von diesen weiter zu den Anfängen der Civilisation und bis in ihre höchsten Spitzen hinauf. Die Culturgeschichte der Associonen verknüpft sich hier mit den socialen Normen, die den Verkehr der kleineren und größeren Vereine regeln. In der biologischen Zurückführung der Gesellschaftsregeln auf die Naturgesetze der Vererbung und Anpassung verfährt unsere dynamische Sociologie (wie sie Lester Ward genannt hat) rein monistisch, während im geselligen Verkehr selbst vieler Gebildeter noch gegenwärtig dualistische Vorurtheile herrschen. Wie wenig in unserer „feinen und hochgebildeten Gesellschaft" Wahrheit und Natur gelten, wie sehr überall Heuchelei und Unwahrhaftigkeit die Verhaltungs-Maßregeln bestimmen, hat Max Nordau einleuchtend gezeigt in seinem bekannten Buche: „Die conventionellen Lügen der Culturmenschheit".

18. Monistische Politik. Staatswissenschaft. Mit der Sociologie einerseits, mit der Rechtswissenschaft anderseits hängt auf das engste die Politik zusammen. Als innere Politik regelt sie die Organisation des Culturstaats durch die Verfassung, als äußere Politik die internationalen Beziehungen der Staaten zu einander. In beiden Gebieten sollte nach unserer monistischen Ansicht allein die reine Vernunft maßgebend sein, und die gegenseitigen Beziehungen der Staatsbürger zu einander und zum Ganzen durch dieselben ethischen Gesetze geregelt werden, wie sie im persönlichen Verkehr der einzelnen Staatsbürger zu einander Geltung haben. Indessen sind wir bekanntlich in unserem modernen Staatsleben von diesem idealen Ziele noch weit entfernt. Einerseits herrscht in der äußeren Politik noch der brutale Egoismus;

jede Nation denkt nur an ihren eigenen Vortheil und verwendet den größten Theil ihrer Mittel auf Kriegsrüstungen. Anderseits ist die innere Politik noch großentheils in den barbarischen Vorurtheilen des Mittelalters befangen. Die Verfassungskämpfe drehen sich großentheils um die Machtbefugnisse der Regierung einerseits und der Volksmasse anderseits. In fruchtlosen Kämpfen reiben sich die Parteien gegenseitig auf; und doch kommt es viel weniger auf die besondere Staatsform an, als auf die Vernunft in deren Lebensthätigkeit. „Ob Monarchie oder Republik, ob aristokratische oder demokratische Verfassung, das sind untergeordnete Fragen gegenüber der großen Hauptfrage: Soll der moderne Culturstaat geistlich oder weltlich sein? soll er theokratisch durch unvernünftige Glaubenssätze und klerikale Willkür oder soll er nomokratisch durch vernünftige Gesetze und bürgerliches Recht geleitet werden?" („Welträthsel" S. 11.) (Vergl. die neue Sammlung von Preisschriften: Natur und Staat. Jena 1903.)

19. Monistische Jurisprudenz. Rechtswissenschaft. Wie in der Staatswissenschaft, so herrschen auch in der Rechtswissenschaft noch gegenwärtig die dualistischen Principien, welche durch die Traditionen des Mittelalters und Alterthums überkommen und durch Verschmelzung mit den Glaubenssätzen der Kirche geheiligt worden sind. „Es erben sich Gesetz und Rechte wie eine ew'ge Krankheit fort. Vom Rechte, das mit uns geboren ist, von dem ist leider nie die Frage." Der Dualismus von Kant's praktischer Vernunftlehre macht sich auch hier in nachtheiligster Weise geltend; die irrthümlichen Vorstellungen von der Unsterblichkeit der menschlichen Seele, von ihrer Willensfreiheit und von dem persönlichen Gotte (als Gesetzgeber und höchstem Richter) bestimmen auch in der Gesetzgebung und Rechtsgelehrsamkeit ebenso die Ansichten der Juristen wie der Staatsmänner. Dazu kommen noch viele sorgfältig gepflegte Reste vom Aberglauben des Mittelalters, die unsere modernen Gesetzbücher verunstalten. Der mächtige Einfluß religiöser Vorurtheile und kirchlicher Dogmen wirkt vielfach nachtheilig.

Daher begegnen wir noch allwöchentlich in den Zeitungen seltsamen Urtheilen höherer und niederer Gerichtshöfe, bei denen der „gesunde Menschenverstand" sich recht wundern muß. Auch auf diesem wichtigen Gebiete wird erst wesentliche Besserung eintreten, wenn gründliche anthropologische und psychologische Schulung die Juristen mit den Lebensgesetzen mehr vertraut gemacht hat.

20. Monistische Theologie. An der Spitze der vier ehrwürdigen „Facultäten" unserer Universitäten steht seit Jahrhunderten die Theologie als „Wissenschaft von Gott und Religion". Dieser Ehrenplatz gebührt ihr insofern, als die Kirche, das Organ der praktischen Theologie, noch in der Gegenwart den mächtigsten Einfluß auf das gesammte Culturleben ausübt; thatsächlich werden noch heute die meisten anderen Gebiete der angewandten Wissenschaft, vor allem Jurisprudenz, Politik, Ethik, Pädagogik, von religiösen Vorstellungen und confessionellen Vorurtheilen mehr oder weniger beeinflußt. Dabei steht meistens an deren Spitze die Vorstellung Gottes, als des „höchsten Wesens" in irgend einer Gestalt; da, wie Goethe sagt, „ein Jeder das Beste, was er kennt, als Gott, ja seinen Gott benennt". Indessen ist keineswegs in allen Religionen ein persönlicher Gott der Grund alles Daseins. Vielmehr sind die drei weitest verbreiteten asiatischen Religionen, der Buddhismus, Brahmanismus und die chinesische Religion des Konfutse, ursprünglich rein atheistisch, erstere zugleich idealistisch und pessimistisch, weshalb ihnen Schopenhauer die höchste Stelle unter allen Religionen anweist. Dagegen bildet den Mittelpunkt der drei großen Mediterran-Religionen der persönliche Gott, d. h. ein höchstes Wesen mit idealisirten menschlichen Eigenschaften. Wenn auch dieser anthropomorphe Gott in den zahlreichen Secten der mosaischen, christlichen und mohammedanischen Religion vielfach verschieden dargestellt und in den mannigfaltigsten Formen personificirt wird, so bleibt doch seine Existenz als persönliches Weltwesen immer ein reiner Glaubensartikel. Beweise für das Dasein dieses Gottes sind nirgends zu finden; das hat am

schärfsten Kant selbst gezeigt, obgleich er meint, daß die praktische Vernunft den Glauben an seine Existenz fordere (ohne sich dabei irgend eine positive oder negative Vorstellung zu machen!). Was angebliche „Offenbarungen" uns darüber lehren sollen, gehört ebenso in das Phantasie-Gebiet der Dichtung, wie die Wunder, die den frommen Glauben (d. h. die naive Leichtgläubigkeit!) stärken sollen. Dieses ganze Gebiet der Theologie, vor allem ihr Mittelpunkt, die Glaubenslehre oder Dogmatik, und die ganze davon beherrschte Kirchenlehre, beruht auf dualistischer Metaphysik und traditionellem Aberglauben; daher kommt sie für unsere wissenschaftliche Betrachtung nicht weiter in Frage. Dagegen ist ein wichtiges Gebiet der theoretischen Theologie die „vergleichende Religionswissenschaft"; sie untersucht die Entstehung, Entwickelung und Bedeutung der Religion auf den monistischen Grundlagen der modernen Anthropologie, Ethnologie, Psychologie und Geschichte. Wenn man die zahlreichen und mannigfaltigen hierbei zu verknüpfenden Ergebnisse jener verschiedenen Wissenschaften vom unbefangenen Standpunkte der reinen Vernunft einheitlich zusammenfaßt, so wird die monistische Theologie zum Pantheismus, im Sinne von Spinoza und Goethe: „Deus sive natura"; unser Monismus bildet dann in der That ein „Band zwischen Religion und Wissenschaft" (vergl. meinen Altenburger Vortrag, 1892, und das 18. Kapitel der „Welträthsel").

Antinomie der Wissenschaften. Die vorstehende Uebersicht über die zwanzig Hauptgebiete der menschlichen Wissenschaft und ihre Beziehung zum Monismus einerseits, zum Dualismus andererseits, ergiebt, daß noch heute die größten Gegensätze sich gegenüber stehen, und daß wir von einer einheitlichen und folgerichtigen Lösung dieser höchsten Geistesaufgaben noch weit entfernt sind. Diese auffallenden Gegensätze beruhen zum Theil auf einer wirklichen Antinomie der Vernunft im Sinne von Kant, auf einem Gesetzeswiderstreit der Vorstellungen, bei dem die positive Thesis sich scheinbar ebenso gut beweisen läßt, als ihr directes Gegentheil,

die negative Antithesis. Zum größeren Theil aber ist jene unheilvolle Antinomie der Wissenschaften in ihrer geschichtlichen Entwickelung begründet. Da die reine Vernunft, als das höchste Gut des Culturmenschen, sich erst langsam und allmählich aus der Verstandesthätigkeit der Barbaren und Wilden, ebenso wie diese aus den Instincten der Affen und niederen Säugethiere entwickelt hat, so bleiben viele niedere Reste der letzteren noch bis heute erhalten und üben in der sogenannten „praktischen Vernunft" den nachtheiligsten Einfluß auf die Wissenschaft aus. Solche dualistische Vorurtheile und vernunftwidrige Dogmen — intellectuelle Residuen der menschlichen Urgeschichte und Stammesgeschichte, fossile Vorstellungen und rudimentäre Instincte, — durchsetzen noch massenhaft unsere ganze moderne Theologie und Jurisprudenz, Politik und Ethik, Psychologie und Anthropologie. Wenn wir in dieser Beziehung nochmals einen Rückblick auf das ganze Gebiet unserer modernen Wissenschaft am Anfange des 20. Jahrhunderts werfen, können wir ihre 20 Hauptzweige auf drei Gruppen vertheilen: rationelle (rein monistische), hemidogmatische (halb monistische) und dogmatische (überwiegend dualistische) Disciplinen.

Rationelle und dogmatische Wissenschaften. Als rationelle oder rein monistische Wissenschaften, in denen heute von gründlich gebildeten und urtheilsfähigen Vertretern derselben jede dualistische Betrachtung ausgeschlossen wird, betrachten wir unter den reinen oder theoretischen Disciplinen folgende: 1. die Physik, 2. Chemie, 3. Mathematik, 4. Astronomie, 5. Geologie, — ferner von den angewandten oder praktischen Disciplinen: 6. Medicin, 7. Hygiene, 8. Technologie. Dagegen finden wir in den hemidogmatischen Wissenschaften noch heute bei philosophischer Beurtheilung der allgemeinen Aufgaben und Ziele eine bunte Mischung von monistischen und dualistischen Vorstellungen; je nach der Parteistellung und persönlichen Schulung ihrer Vertreter, sind bald die ersteren, bald die letzteren überwiegend. Das ist der Fall in den meisten biologischen Disciplinen: 9. Biologie (im weitesten Sinne),

10. Anthropologie, 11. Psychologie, 12. Linguistik, 13. Historie; ferner in den angewandten Lehren der 14. Psychiatrie, 15. Pädagogik und 16. Ethik. Die letzteren beiden Disciplinen bilden den Uebergang zu den vier rein dogmatischen Wissenschaften, in denen der traditionelle Dualismus ganz überwiegend ist: 17. Sociologie, 18. Politik, 19. Jurisprudenz und 20. Theologie; auf diesen Gebieten übt die Ueberlieferung des Mittelalters noch ihre größte Macht aus. Die meisten officiellen Vertreter derselben sind in Vorurtheilen und Aberglauben aller Art befangen und passen sich nur allmählich und langsam den Erkenntnissen der reinen Vernunft an, zu denen uns neuerdings die monistische Anthropologie und Psychologie geführt hat. Im Beginne des 19. Jahrhunderts war vielfach die Aufklärung größer als jetzt im Beginne des 20.

Correlation der Wissenschaften. Die vorstehende Classification der wichtigsten Wissensgebiete in ihren Beziehungen zur Philosophie, als der allumfassenden „Wissenschaft des Allgemeinen", ist natürlich nur ein provisorischer Versuch von subjectivem Werthe, wie jede derartige Anordnung. Diese wird besonders dadurch erschwert, daß alle einzelnen Wissenschaften unter einander in vielfachen Beziehungen stehen und daß Begriffe und Aufgaben derselben im Laufe ihrer historischen Entwickelung vielfach umgebildet werden. Es kam mir hier nur darauf an zu zeigen, daß ein großer Theil der Wissenschaft — und zwar der exact vollendete, auf mathematischer Basis begründete, die acht rationellen Disciplinen — gegenwärtig bereits ganz dem Monismus gewonnen ist; in den acht hemidogmatischen Disciplinen gewinnt derselbe von Tag zu Tag mehr Geltung; es ist also sicher zu hoffen, daß früher oder später auch die vier dogmatischen Disciplinen, die mächtigen Bollwerke des Dualismus, Sociologie und Politik, Jurisprudenz und Theologie, von dem Monismus werden überwunden werden. Denn das Endziel aller vereinigten Wissenschaften kann nur ihre Einheit in den Principien sein, ihre harmonische Begründung durch die reine Vernunft.

Die Facultäten. Die großartige Umwälzung, die das Eindringen der naturwissenschaftlichen Methode in alle Zweige der Wissenschaft während des 19. Jahrhunderts bewirkt hat, mußte nothwendig auch eine veränderte Stellung in ihrer Pflege auf den Universitäten herbeiführen. Die Zahl der einzelnen Disciplinen, die durch ordentliche Professuren vertreten werden, beträgt am Ende des 19. Jahrhunderts mehr als das Doppelte, wie im Anfang desselben. Natürlich betrifft dieses Wachsthum in erster Linie die Naturwissenschaft selbst, in zweiter Linie aber auch solche sogenannte „Geisteswissenschaften", die sich in der neuen Anwendung der vergleichenden und genetischen Methode unmittelbar an die erstere anschließen, so Psychologie, Linguistik, Geschichte, Pädagogik u. s. w.

Diesen Fortschritten gegenüber erscheint die Vertheilung der zahlreichen Disciplinen auf die einzelnen Facultäten, wie sie noch heute auf unseren Universitäten besteht, völlig veraltet. Von den vier alten Facultäten sind die drei ersten, Theologie, Jurisprudenz und Medicin, zum größten Theil angewandte Wissenschaften, während die vierte Facultät, der Ordo amplissimus philosophorum, den größten Theil der reinen Disciplinen umfaßt. Neuerdings sind an mehreren Universitäten zwei neue Facultäten davon abgespalten worden, die naturwissenschaftliche und die staatswissenschaftliche Facultät. Aber einige Fächer greifen unmittelbar in die verschiedensten Gebiete über und müssen überall berücksichtigt werden, so vor allen die Geschichte und die Linguistik. Die historische Entwickelung der einzelnen Disciplinen und ihre verschiedene praktische Bedeutung haben es mit sich gebracht, daß nächst verwandte Wissenszweige oft in weiter Entfernung untergebracht sind. So finden Anatomie und Physiologie des Menschen ihren Platz in der medicinischen, dagegen diejenige der Thiere und Pflanzen in der philosophischen Facultät.

Reform des Unterrichts. Die Ueberzeugung, daß unser ganzes Unterrichtswesen einer durchgreifenden Reform bedarf, wird in den meisten Culturstaaten immer allgemeiner. Das gilt ebenso

für die niederen, wie für die höheren Schulen, ebenso für die Volksschulen und Gymnasien, wie für die Akademien und Universitäten. Der principielle Kampf zwischen zwei antagonistischen Richtungen nimmt hier neuerdings immer größere Dimensionen an. Einerseits suchen die meisten Staatsregierungen, ihrem conservativen Hange zufolge, die scholastischen Traditionen des Mittelalters möglichst festzuhalten und stützten sich dabei auf die dogmatischen Lehren der Theologie und Jurisprudenz. Anderseits streben die Vertreter der „reinen Vernunft" danach, sich von diesen Fesseln zu befreien und den empirisch-kritischen Methoden der modernen Naturwissenschaft und Medicin Eingang auch in die sogenannten Geisteswissenschaften zu verschaffen. Der Gegensatz zwischen beiden Parteien wird noch verschärft durch ihre verschiedene sociologische Tendenz. Die liberalen Humanisten stellen „Freiheit und Bildung für alle Menschen" als Ziel der fortschreitenden Entwickelung hin, überzeugt, daß die freie Entfaltung der persönlichen Anlagen für jedes Individuum die sicherste Garantie eines glücklichen Lebens bietet. Den conservativen Regierungen hingegen ist letzteres gleichgültig; sie betrachten die einzelnen Staatsbürger, entsprechend ihrer vielfachen Arbeitstheilung, nur als Schrauben und Instrumente an dem großen Organismus des Staates. Die „oberen Zehntausend" denken dabei natürlich zunächst an ihr bevorzugtes Wohl und sind bestrebt, auch die höhere Bildung für sich allein zu behalten. Nach der reinen Vernunft sollte aber der Staat nicht Selbstzweck sein, sondern das Mittel für das Gedeihen der Staatsbürger. Jedem der letzteren, gleichviel welchen Standes, muß die Gelegenheit gegeben werden, sich höhere Bildung zu erwerben und seine Talente zu verwerthen. Demnach wird auch im Unterricht allgemein eine Uebersicht über alle Verhältnisse des Menschenlebens zu geben sein. Jedermann muß sich die Elemente der Naturwissenschaft aneignen, nicht bloß der Physik und Chemie, sondern auch der Biologie und Anthropologie. Dagegen muß der rein philologische Unterricht und das Uebergewicht der klassischen Bildung über die moderne eingeschränkt

werden. Jeder Student, gleichviel welcher Facultät, sollte in den ersten Semestern nur Philosophie und Naturwissenschaft treiben, und dann erst zu seinem speciellen Fachstudium übergehen.

Harmonie des Monismus. In der Schlußbetrachtung der „Welträthsel" habe ich zwar den principiellen Gegensatz zwischen unserem modernen Monismus und dem traditionellen Dualismus scharf hervorgehoben, aber zugleich versöhnlich darauf hingewiesen, „daß dieser schroffe Gegensatz bei consequentem und klarem Denken sich bis zu einem gewissen Grade mildert, ja selbst bis zu einer erfreulichen Harmonie gelöst werden kann. Bei völlig folgerichtigem Denken, bei gleichmäßiger Anwendung der höchsten Principien auf das Gesammtgebiet des Kosmos (der organischen und anorganischen Natur) nähern sich die Gegensätze des Theismus und Pantheismus, des Vitalismus und Mechanismus bis zur Berührung. Aber freilich, konsequentes Denken ist eine seltene Naturerscheinung".

Diese versöhnliche, die Gegensätze ausgleichende Ueberzeugung hat sich je länger je mehr bei mir befestigt; jedes Jahr wächst unsere Einsicht, daß der Dualismus von Kant und der noch herrschenden metaphysischen Schule dem Monismus von Goethe und der aufstrebenden pantheistischen Richtung weichen muß. Damit verlieren wir keineswegs unsere Ideale; im Gegentheile lehrt uns unsere reale Weltanschauung, daß dieselben tief in der menschlichen Natur begründet sind. Indem wir jene Ideal-Welt in unserer Kunst und Dichtung pflegen und unser Gemüth an ihrem Spiel erfreuen, verharren wir gleichzeitig bei unserer festen Ueberzeugung, daß die Real-Welt als Object unserer Wissenschaft nur durch Erfahren und Denken der reinen Vernunft in Wahrheit erkannt werden kann. „Wahrheit und Dichtung" vereinigen sich dann in der vollendeten Harmonie des Monismus.

Einundzwanzigste Tabelle.

Ueberſicht über die Hauptzweige der reinen (theoretiſchen) Wiſſenſchaft

in ihren Beziehungen zur moniſtiſchen und zur dualiſtiſchen Philoſophie.

Wiſſenſchaft	Aufgabe	Monismus	Dualismus
1. Phyſik, Naturlehre (im engeren Sinne).	Mechanik der Maſſe und des Aethers	allgemein anerkannt	ganz ausgeſchloſſen
2. Chemie, Stofflehre.	Phyſik der Atome und ihrer Verbindungen	allgemein anerkannt	ganz ausgeſchloſſen
3. Mathematik, Größenlehre.	Phyſik der abſtrakten Größen (Zahlen und Maße)	allgemein anerkannt	ganz ausgeſchloſſen
4. Aſtronomie, Himmelskunde.	Phyſik des Weltgebäudes	allgemein anerkannt	ganz ausgeſchloſſen
5. Geologie, Erdkunde (im weiteren Sinne).	Phyſik der Erde (Geographie, Geogenie, Mineralogie)	allgemein anerkannt	ganz ausgeſchloſſen
6. Biologie, Lebenskunde.	Phyſik der Organismen (im weiteren Sinne)	größtentheils anerkannt	vom Vitalismus behauptet
7. Anthropologie, Menſchenkunde.	Phyſik des Menſchen (im weiteren Sinne)	theilweiſe anerkannt	vom Anthropismus behauptet
8. Pſychologie, Seelenkunde.	Phyſik des Phronema. Vergleichende Seelenlehre	von den meiſten Phyſiologen anerkannt	von den meiſten Fachpſychologen behauptet
9. Linguiſtik, Sprachwiſſenſchaft.	Phyſik, Geſchichte und Phyſiologie der Sprache	faſt allgemein anerkannt	von einigen Philologen behauptet
10. Hiſtorie, Geſchichtswiſſenſchaft.	Urgeſchichte des Menſchen, Völkergeſchichte, Culturgeſchichte	theilweiſe anerkannt	von vielen Fachhiſtorikern behauptet

Zweiundzwanzigste Tabelle.

Uebersicht über die Hauptzweige der angewandten (praktischen) Wissenschaft

in ihren Beziehungen zur monistischen und zur dualistischen Philosophie.

Wissenschaft	Aufgabe	Monismus	Dualismus
11. Medicin, Heilkunde.	Pathologie und Therapie des Organismus	fast allgemein anerkannt	von Theologen und Spiritisten behauptet
12. Psychiatrie, Seelenheilkunde.	Pathologie und Therapie des Phronema	von den meisten Aerzten anerkannt	von einzelnen Irrenärzten und allen Spiritisten behauptet
13. Hygiene, Gesundheitspflege.	Erhaltung des gesunden Organismus und Verhütung von Krankheiten	allgemein anerkannt	ganz ausgeschlossen
14. Technologie, Gewerbekunde.	Maschinenkunde, Industrie, Handel, Verkehrswissenschaft	allgemein anerkannt	ganz ausgeschlossen
15. Pädagogik, Erziehungskunde.	Naturgemäßer Unterricht, gleichmäßige Ausbildung von Körper und Geist	von der naturgemäßen Anthropologie anerkannt	von Staat und Kirche fast allgemein gefordert
16. Ethik, Sittenlehre.	Norm-Wissenschaft der Lebensordnung, Gewohnheit, Anpassung	von der modernen Biologie als Theil der praktischen Psychologie anerkannt	als „sittliche Weltordnung“ auf Grund des „freien Willens“ gefordert
17. Sociologie, Gesellschaftswissenschaft.	Norm-Wissenschaft der Associonen (Familie, Gemeinde)	von der modernen Biologie meistens anerkannt	von der Metaphysik meistens gefordert
18. Politik, Staatswissenschaft (und Nationalökonomie).	Norm-Wissenschaft der staatlichen Ordnung und Volkswirthschaft	von vielen Naturforschern und einzelnen Staatsbürgern anerkannt	von den meisten Staatsmännern und Politikern noch heute gefordert
19. Jurisprudenz, Rechtswissenschaft.	Norm-Wissenschaft der rechtlichen Ordnung	von vielen Biologen und einzelnen Juristen anerkannt	von den meisten Juristen behauptet
20. Theologie, Religionskunde.	Religionswissenschaft und Gottesgelehrtheit	vom Pantheismus und der modernen Naturphilosophie anerkannt	von den meisten Theologen und der kirchengläubigen Masse gefordert

Register.

Pierersche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg.